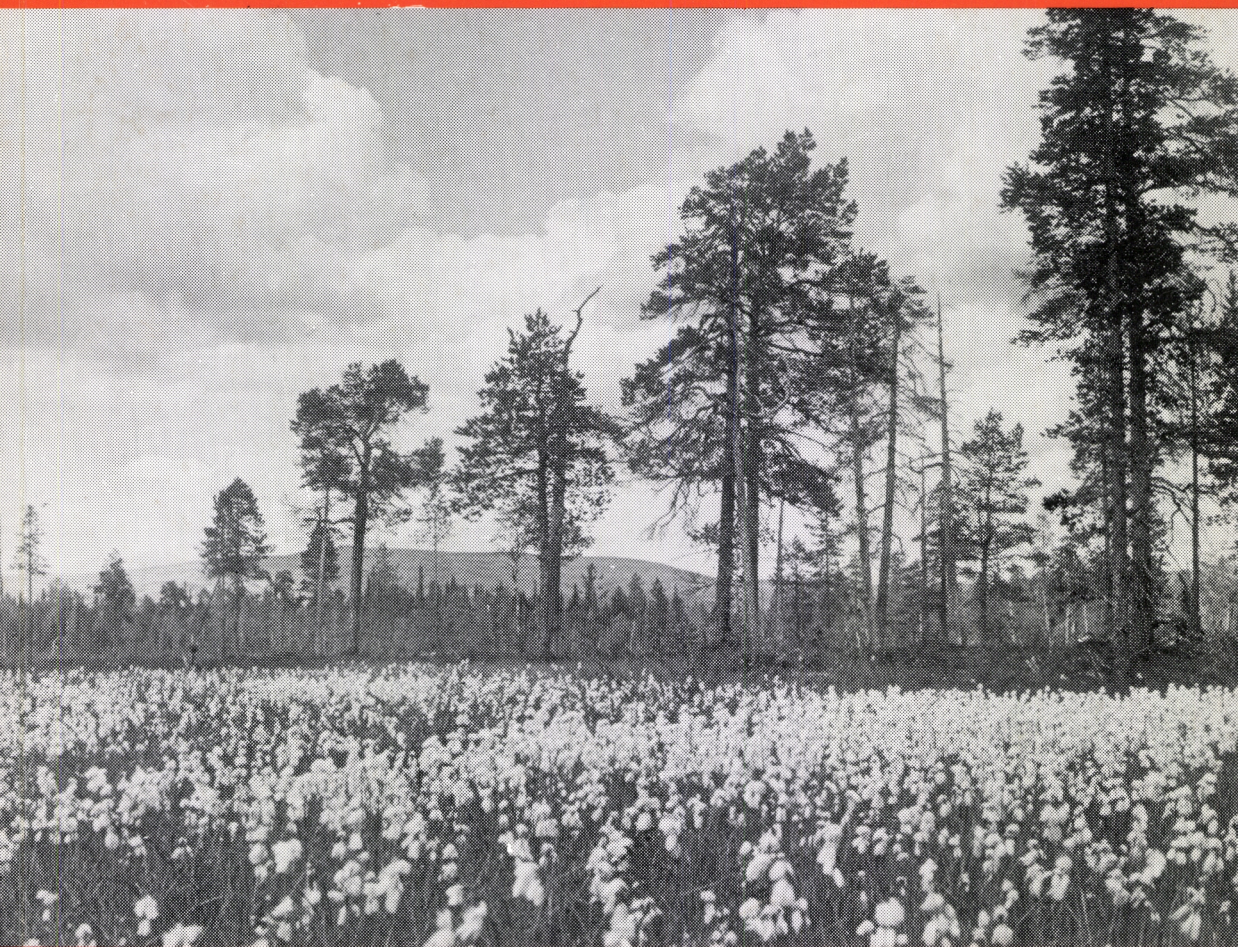


# METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 105

ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMA

ISSN 0358-4283



## METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄT ROVANIEMELLÄ 1983

ROVANIEMI 1983



Figure 1. The effect of the concentration of the *Agaricus bisporus* spores on the growth of *Agaricus bisporus* on the substrate. The concentration of the spores was 10<sup>4</sup> spores/g substrate.



METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA 105

ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMA

ISSN 0358-4283

METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄT  
ROVANIEMELLÄ 1983

ROVANIEMI 1983



ISSN 0358-4283

ROVANIEMI 1983



# SISÄLLYS

sivu

## LUKIJALLE

YRJÖ VUOKILA: Tutkimus ja Metsän Vuosi 1983.....	1
KULLERVO KUUSELA: Metsäntutkimuksen painoalueet Lapissa...	9
PENTTI ROIKO-JOKELA: Tutkimustoiminta Rovaniemen tutkimus- asemalla.....	14
OLLI SAASTAMOINEN: Metsien moninaiskäytön ekonomia Saari- selän alueella.....	18
MAURI TIMONEN: Käytännön metsätalouden metsät ja niiden kuvaus tietokonekartakkein.....	28
EERO PAAVILAINEN, TIMO PENTTILÄ: Alustavia tuloksia turve- maiden jatkolannoituksesta Lapissa.....	47
YRJÖ NOROKORPI: Männyn luontainen uudistaminen Lapissa....	57
PENTTI ROIKO-JOKELA: Taimikoiden kunto ylispuiden poiston jälkeen.....	72
AULIS RITARI: Metsämaan lämpötalous Pohjois-Suomessa.....	83
KARI MÄKITALO: Koetuloksia männyn viljelyn onnistumisesta eri tavoin käsiteltyllä paksusammaltyypin maalla Lapissa.....	98
RISTO JALKANEN: Männynversoruosteen aiheuttamista vau- rioista ja kasvutappioista.....	111
EERO MATTILA: Pohjois-Suomessa suoritettavat inventointi- tutkimukset.....	116
ILKKA JAAKKOLA: Rovaniemen maalaiskunnan marjasatoinven- tointi.....	137
PEKKA HERVA, YRJÖ NOROKORPI: Kivalon kokeilualan sien- sadosta ja -lajistosta vuosina 1981 - 1982.....	144



Lukijalle

Rovaniemen ja Kolarin tutkimusasemat järjestivät 21. - 22.2.1983 yhdeksännet yhteiset tutkimuspäivät Rovaniemellä. Metsän Vuoteen 1983 liittyen tutkimustoimintaa ja -tuloksia esiteltiin tavanomaista laajemmin "avointen ovien" aamupäivän ja posterinäyttelyn yhteydessä.

Tämä tiedonantojanumero koostuu tutkimuspäivillä pidetyistä esitelmistä, jotka on viimeistelty uusimpia tutkimustuloksia sisältäväksi julkaisuksi.

Tutkimusaseman johtaja  
Pentti Roiko-Jokela

Kansikuva: Jorma Luhta



## TUTKIMUS JA METSÄN VUOSI 1983

Yrjö Vuokila

Metsän Vuodesta on kulunut jo pari kuukautta. Moni on varmaankin pettynyt sen vuoksi, ettei teemavuosi ole toistaiseksi saanut osakseen niin paljon ja niin myönteistä huomiota kuin se käsittääksemme olisi ansainnut.

Oli kuitenkin alunperin ennakoitavissa, ettei Metsän Vuosi pelkkänä käsitteenä olisi joukkotiedotusvälineille suuren uutisen aihe. Vasta hyvin suunnitellut, huolellisesti toteutetut ja tehokkaasti "markkinoidut" Metsän Vuoden tapahtumat voivat herättää tiedotusvälineiden mielenkiinnon teemavuoden sanoman. Toisaalta ei tulisi tuijottaa liikaa joukkotiedotusvälineisiin. Käsittääkseni Metsän Vuoden toiminnasta on tärkeämpi se osa, joka perustuu henkilökohtaisiin kontakteihin. Joka tapauksessa viimeistään kevään korvalla tulisi Metsän Vuoden sykkeen kiihtyä, jotta teemavuosi muodostuisi tehokkaaksi tiedotusprojektiksi.

Metsän Vuoden tavoitteita ei tosin ole missään vaiheessa yksityiskohdin määriteltä. On vain yleisesti todettu, että "tarkoituksena on jakaa mahdollisimman paljon tietoa metsästä sekä sen monipuolisesta merkityksestä koko yhteiskunnalle ja sen jokaiselle jäsenelle". Tiedon monipuolisuuden takaa se, että Suomen Metsäyhdistyksen kaikki jäsenjärjestöt osallistuvat omalta kannaltaan teemavuoden tapahtumiin. Syntynee tosin melkoinen "kilpalaulanta", joka toivottavasti käydään asiallisessa hengessä. Olisi pidettävä huoli siitä, että metsätalouden ääni kuuluisi - jos nyt ei ylitse muiden - joka tapauksessa selvänä, omaleimaisena ja säröttömänä kaikelle kansalle. Metsätalouden edustajilla riittää omaa asiallista kerrottavaa, eikä siksi saisi vaieta. Seurantatutkimus, jonka ensi vaihe on toteutettu gallup-periaatteella viime kuun lopulla, osoittaa aikanaan, miten tieto on mennyt perille ja miten se on vaikuttanut kansalaisten asenteisiin.



## Tutkijat avainasemassa

Kun tiedosta ja tiedon jakamisesta puhutaan, metsäammattimiesten katseet kääntyvät ymmärrettävästi Metsäntutkimuslaitokseen, sen tutkimusasemiin ja tutkijoihin. Tämä on perusteltua, sillä juuri Metsäntutkimuslaitoksen tehtävänä on tuottaa metsätaloudessa tarpeellista tietoa ja jakaa sitä tarvitseville. Tosin metsätaloudessa tietoa voi hankkia itse kukin käytännön kokemuksen kautta, mutta vain tieteellisesti orientoitunut, totuutta etsivä tutkimus voi tuottaa yleistettävissä olevaa, kritiikin kestäväää tietoa. Metsän Vuosi on siksi juuri tutkijoille suuri haaste, jossa heidän kykynsä ja tasonsa punnitaan. Tässä yhteydessä lainaisin ylijohtaja Olavi Huikarin sanoja: "Kehotan kaikkia Metsäntutkimuslaitoksen palveluksessa olevia aktiivisesti osallistumaan Metsän Vuoden tapahtumiin kaikilla tasoilla, sillä vuoden aikana levitetään juuri sitä tietoa, joka rakentuu meidän tuottamamme tutkimustiedon varaan." On pakko korostaa sitä, että tieto on tutkimuksin varmennettu tosiasia. Mielipiteitäkin voi tietenkin esittää, kunhan vain muistaa kertoa, että kysymys on mielipiteestä. Tutkija on asiantuntija, ei asianajaja.

Millä tavalla metsäntutkija sitten voi osallistua aktiivisesti Metsän Vuoden tapahtumiin? Tutkimusasemien osalta kysymys lieenee turha. Tutkimusasemien osallistumishaluiset tutkijat - jopa osallistumista kaihtavatkin - joutunevat yksistään olosuhteiden pakosta tavalla tai toisella vedetyiksi mukaan aktiiviseen tiedotuskampanjaan Metsän Vuoden aikana. Tutkimusasemien tutkijat tunnetaan henkilökohtaisesti omalla alueellaan ja heidän apuunsa voidaan näin ollen tarpeen tullen turvautua. Luotan siihen, että tutkimusasemat vastaavat myönteisesti voimiansa mukaan ulkoapäin tuleviin haasteisiin. Omasta aktiivisuudesta ovat esimerkkinä nämäkin tutkimuspäivät.

Ongelmallisempi on Helsingissä toimivan tutkijan osallistuminen. Häntä eivät laitoksen ulkopuoliset tilaisuuksien järjestäjät kenties tunne. Vuoden pääkohderyhmät ovat lisäksi sellaisia, joille tutkija ei yleensä henkilökohtaisesti ja omasta aloitteestaan tietojansa esittele. Pääosa tutkijoita on tottunut tiedottamaan vain tieteellisillä julkaisuillaan, joiden sisältämä tieto päättyee pääosin kirjahyllyihin ja mappien pimentoon kulkematta monenkaan pään kautta.

Jokaisen tutkijan tulisi Metsän Vuoden aikana etsiä omaaloitteisesti keinoja helppotajuksen tiedon jakamiseksi. Meiltä tosin puuttuu toistaiseksi foorumi, jonka välityksellä metsätutkimuksen kansantajuistetut tulokset voitaisiin levittää laajoihin kansalaispiireihin. Metsätutkimuslaitoksen olisi tämä aukko täytettävä kiireisesti, ei vain Metsän Vuoden ajaksi vaan pysyvästi.

Tärkeintä olisi, että olemassa oleva tieto saataisiin metsäammattimiesten käyttöön. Loppujen lopuksi tutkijain mahdollisuudet levittää metsätietoa valituille kohderyhmille ovat pienet. Tietoa joutuvat tosiasiassa jakamaan lähinnä käytännön metsäammattimiehet, jotka tarvitsevat tässä tehtävässään tutkijain tukea.

En malta olla osoittamatta muutamia kriittisiä sanoja myös käytännön miehille. Paljon puhuttu uuslukutaidottomuus näyttää levinneen myös metsäammattimieskuntaan. Olen itse henkilökohtaisesti usein yllättynyt siitä, kuinka uutena on jossakin esitelmässä esittämäni tietoa pidetty, vaikka olen saman asian tuonut aikaisemmin eri kanavia pitkin ehkä moneenkin otteeseen julkisuuteen. Lukutaitoinen ja -haluinen ammattimies löytää kyllä nykyisinkin vastauksen moniin sellaisiin ongelmiin, joita hän on kenties pitänyt puutteellisesti tutkittuina.



## Metsän Vuoden henki

Mitä tahansa Metsäntutkimuslaitos tai sen palveluksessa olevat henkilöt Metsän Vuoden aikana tekevätkin, sen olisi tapahduttava rakentavassa hengessä. Nyt ei vietetä Metsätalouden Vuotta vaan Metsän Vuotta, josta syystä erilaista tietoa ei vain suvaita vaan sitä suorastaan toivotaan.

Pari vanhaa suomalaista sananlaskua auttaa suhtautumaan oikein Metsän Vuoteen. "Tunne oma arvosi, anna arvo toisellekin." "Helpompi on löytää rikka toisen silmästä kuin malka omasta." Metsän Vuoden tarkoituksena ei ole ristiriitojen synnyttäminen vaan kansalaissovun lisääminen. Joku saattaa pitää tätä asennetta nykytilanteessa naiivina. Häneltä kysyn: Mikä olisi toinen vaihtoehto? Metsäsektorin olisi pyrittävä kautta linjan asiallisuuteen. Samaa odottaa Suomen Metsäyhdistys luonnollisesti kaikilta Metsän Vuoden tapahtumiin osallistuvilta tahoilta.

Pohjois-Suomessa "ylikuumenemisen" vaara on suurin. Täällä on viime vuosina ollut ja yhä edelleen on erimielisyyksiä, joihin odotetaan ratkaisua. Juuri tällä hetkellä taitaa olla meneillään vain asemasota, mutta aika ajoin se kiihtyy laukaustenvaihdoksi, joka kuuluu kauas ja vaikuttaa ulkopuolisista pahemalta kuin se tosiasiassa onkaan.

Metsän Vuoden toivoisi kernaasti muodostuvan eräänlaiseksi de-tentekaudeksi, jonka aikana vallitsisi liennytyksen henki. Kun jatkuvat erimielisyydet eivät hyödytä ketään, tulee kysyneeksi, olisiko mahdollista aloittaa eräänlaiset START-neuvottelut, joiden aikana pohdittaisiin ennemmin tai myöhemmin välttämättömäksi käyvän kompromissin mahdollisuuksia. Oma vaikeutensa on tämäntapaisissa konflikteissa jo se, miten eri osapuolet saadaan keskenään asialliseen keskusteluun. Ensimmäiseksi vaiheeksi toivottavasti muodostuu tulevan metsäviikon teemailtapäivä, jonka loppuvaiheessa metsänhoitomies ja luonnonsuojelija

ovat vastakkain, metsänhoitomiehen selittämässä, miten hän suoje-  
lisi luontoa puuntuotannon tavoitteet samalla turvaten, ja  
luonnonsuojelija kertomassa, kuinka hän turvaisi puuntuotannon  
luontoa samanaikaisesti suojaten. Vastaavia keskusteluita voi-  
taisiin käydä vaihtelevista aiheista myös täällä pohjoisessa.

#### Metsien käsittely Pohjois-Suomessa

Tämän jälkeen haluaisin käsitellä erikseen paria pohjoissuoma-  
laista ongelmakysymystä, joista Metsän Vuoden aikana epäile-  
mättä paljon keskustellaan. Miten metsäammattimiesten olisi  
suhtauduttava esim. siihen kritiikkiin, jota suunnataan metsien  
käsittelyyn yleensä ja erityisesti metsän uudistamisen menetel-  
miin?

Suomen metsien käsittelyn historia osoittaa, että metsätalous  
on yleensä reagoinut yllättävän hyvin kunkin ajan taloudelli-  
siin ja yhteiskunnallisiin haasteisiin. Jopa määräharsinta,  
jonka me kaikki yksimielisesti nykyisin torjumme, oli aikanaan  
olosuhteitten määräämä ainoa kysymykseen tuleva vaihtoehto.

Suomen historiassa 1960- ja 1970-luku olivat aikaa, jota on  
sattuvasti luonnehdittu kasvuhakuiseksi. Tavoitteena oli elin-  
tason nopea parantuminen ja tämän paranemisen jatkuvuuden tur-  
vaaminen. Se oli koko kansan mielipide. Ei suinkaan metsä-  
ammattimiesten omasta halusta vaan koko kansan ja sen poliit-  
tisten päättäjien kehottamana ja pakottamana metsätaloudessa  
liu'uttiin siihen, mitä nykyisin kutsutaan tehometaloudeksi  
ja mistä metsäammattimiehiä jälkiviisaasti moititaan.

Minun mielestäni metsäammattimieskunnan ei tarvitse häpeillä  
sitä, mitä parin viime vuosikymmenen aikana on tehty. Voidaan  
päinvastoin olla ylpeitä saavutuksista. Metsäluonnon moninai-  
suuden vuoksi on yksittäistapauksissa varmasti tehty virheitä,  
joskus ehkä pahojakin. Pääsuunta on kuitenkin ollut yhteiskun-  
nan toivomusten mukainen. Ken toista väittää, hänen muistinsa  
on perin huono.



Moitteet tehokkuudesta on toki helpompi sulattaa kuin moitteet tehottomuudesta. Metsämiesten kieltämättä ärtyneisiin reaktioihin on varmasti vaikuttanut tilanteen uutuus. Ei ole tullut mieleenkään, että puuntuotannon ja sen tehostamisen tarkeyttä jouduttaisiin Suomen kaltaisessa maassa selittelemään. Nyt kun puuntuotannon tehostamisen järkevyys asetetaan kyseenalaiseksi, ei ole valmista toimintamallia. Vie oman aikansa ennen kuin uuteen tilanteeseen totutaan.

Samalla kun suhtaudumme pariin menneeseen vuosikymmeneen esitämälläni tavalla, on kuitenkin tiedostettava myös se, että 1980-luvun yhteiskunta ei ole enää sama kuin edellisten vuosikymmenien. Taloudellinen kasvu on pysyvästi heikentynyt. "Elämän laatua" etsiessään ihmiset ovat palanneet suurin joukoin metsään etsimään luonnosta vaihtelua. Hakkuusuunnitteet ovat nyttemmin tavoittelukuja, joiden saavuttaminen ei suinkaan riipu yksin puuntuotannollisista tekijöistä vaan lisääntyvässä määrin yhteiskunnassa tapahtuvista muutoksista. Hieman omahyväisesti voimme sitä paitsi todeta, että kahden viime vuosikymmenen aikana on jo luotu pohja Suomen metsien kasvun merkittäville nousulle lähivuosikymmenien aikana. Nyt on tinkimisen varaa, jos se on yhteiskunnan toivomus.

En tässä tarkoita, että edessä olisi vallankumouksellinen muutos. Puuhataanhan talousneuvoston toimesta puuntuotannon kohottamiseen tähtäävää uutta metsätalousohjelmaa. Tarkoitin vain sitä, että Metsän Vuoden aikana ja sen jälkeenkin on metsätaloudessakin harjoitettava jatkuvaa itsekritiikkiä. Onko syyllistytty yksipuoliseen ajatteluun? Onko oltu liian kaavamaisia? Itsekritiikki ei ole merkki epäonnistumisesta. Se on kaiken menestyksellisen taloustoiminnan edellytys.

Henkilökohtaisesti olen sitä mieltä, että metsänkasvatuksen ja etenkin metsänuudistamisen menetelmissä on nykyisellään jouston varaa. Puuntuotannosta olennaisesti tinkimättä on mahdollista toimia tähänastista luonnonmukaisemmin, hyväksyä metsänkasva-

tuksessa yksilöllisyyttä ja pienpiirteisyyttä sekä ottaa lisääntyvässä määrin huomioon maisemallisia arvoja. Lopullisen yhteiskuntarauhan perusehto on kuitenkin se, että kuntatasolla erotettaisiin perusteellisen harkinnan kautta toisistaan abso-luuttiset talousmetsät ja maisemanhoitometsät. Koska tähän sisältyy varmasti vaikeita korvauskysymyksiä, sopimukseen pääsy voi viedä kuitenkin aikaa.

Sillä välin tutkijoiden tehtävänä on yhdessä metsäammattimies-ten kanssa pyrkiä selvittämään, missä määrin metsänkasvatuksen ja -uudistamisen menetelmiä voidaan luonnonmukaistaa ja "pehmentää" puuntuotannon tavoitteista liiallisesti tinkimättä.

#### Luonnonsuojelu ja metsätalous

Toinen pohjoissuomalainen kiistakysymys koskee luonnonsuojelu-alueita. Sanoisin suoralta kädeltä, että metsämiehet ovat joutuneet aivan tarpeettomasti syntipukin asemaan. Meidät on leimattu luonnonsuojelun vastustajiksi, vaikka sitä meistä ei varmasti kukaan ole.

Onkohan tämän hetken metsäammattimiehelle käynyt niin kuin entiselle Gutzeitin työnjohtajalle, joka tavattiin maanlunastus-lain sovellutuksen kiivaimpaan aikaan yhtiön metsästä itkemäs-tä: "Kaikki menee meiän mettät." Tosiasiassahan sen enempää metsäammattimiehet kuin luonnonsuojelijatkaan eivät päättä sitä, miten paljon metsää rauhoitetaan luonnonsuojelutarkoituksessa. Poliittiset päättäjät ovat siitä vastuussa, ja he saavat myös vastuun kantaa.

Metsäntutkijan tehtävänä on kylmän asiallisesti kertoa, mitä eri vaihtoehdot merkitsevät metsätaloudelle, metsäteollisuu-delle, metsänomistajille ja kansantaloudelle. En väitä, et-teikö moni kannanotto olisi juuri tässä hengessä esitettykin. Väärinkäsityksiä on kuitenkin syntynyt.



Luonnonsuojelualueista puhuttaessa olisi tästä eteenpäin entistä korostetuimmin täsmennettävä, että asianomainen tarkastelee hankkeen metsätaloudellisia ja -teollisia vaikutuksia ottamatta muulta osin kantaa suojelualueiden perustamiseen. Suojelualueiden perustamisesta ei ole syytä antautua sanaharkkaan. Luonnonsuojelu on tärkeä ja sitä ajavilla on omasta mielestään yhtä hyvät perusteet kuin metsätalouden edustajilla. Älkäämme niitä vähätelkö. Annetaan poliitikkojen päättää, kuinka laajaan rauhoittamiseen yhteiskunnalla on varaa.

#### Metsän Vuosi jatkuu

Metsän Vuosi on metsätalouden kannalta tärkeä tiedotusprojekti yhteiskunnan suuntaan. Toisaalta sen tulisi olla myös metsäammattikunnalle tervetullut tilaisuus oppia tuntemaan nykyistä paremmin metsän muuta käyttöä. Puuntuotanto tulee varmaankin Suomessa olemaan aina metsien moninaiskäytön päämuoto. Emme voi kuitenkaan - vaikka haluaisimmekin - mitään sille, että metsien käyttö monipuolistuu. Tämä ei taas voi olla vaikuttamatta metsätalouteen ja sen menetelmiin.

## METSÄNTUTKIMUKSEN PAINOALUEET LAPISSA

Kullervo Kuusela

Rovaniemen tutkimusaseman perustaminen oli osa 1960-luvun alussa alkanutta ja vielä jatkuvaa metsäntutkimuslaitoksen alueellisen organisaation kehittämistä. Sitä ennen oli kaikkien tutkijoiden toimipaikka Helsingissä. Tällä hetkellä laitoksella on Helsingin seudulla sijaitsevan keskusyksikön lisäksi 6 maakunnallista tutkimusasemaa, joissa on noin kolmannes tutkijoista. Periaateohjelman mukaan asemia tulisi olemaan 9.

Maakunnallisten tutkimusasemien perustaminen on ensinnäkin aluepolitiikkaa, jonka tavoitteena on vahvistaa väestöään menettäneiden alueiden elinkeino- ja kulttuurielämää. Tässä tarkoituksessa keskusvirastoluontoisen metsäntutkimuslaitoksen toiminnallinen hajasijoittuminen tukee monien aluekeskusten vahvistamista ja on antanut oman panoksensa myös Rovaniemen kehittämislle.

Vaikka maakunnallisten tutkimusasemien työ onkin osa metsäntutkimuslaitoksen keskusyksiköstä johdettua valtakunnallista toimintaa, niin kunkin aseman työohjelma painottuu alueellisesti tärkeisiin aiheisiin, joihin kohdistettu tutkimus on paikallisesti toteutettuna tehokkaampaa ja maakunnan metsätalouden harjoittajia paremmin palvelevaa kuin keskusyksiköstä käsin suoritettuna. Aseman tehtäviin kuuluu myös yhteyden pitäminen alueensa metsätalouden harjoittajiin ja toimiminen tutkimustulosten välittäjänä kentälle ja kentän kokemusten ja tarpeiden tiedottajana metsäntutkimuslaitokselle.

Rovaniemen tutkimusasema on yhdessä sitä pienemmän Kolarin tutkimusaseman kanssa saavuttanut erinomaisesti maakuntaan sijoitetulle metsäntutkimukselle asetetut tavoitteet. Se kasvoi nopeasti metsäntutkimuslaitoksen suurimmaksi alueelliseksi yksiköksi. Sen kehittymistä on suosinut sijainti Lapin hallinnollisen ja henkisen elämän vireässä keskuksessa. Se



onnistuttiin miehittämään alusta pitäen nuorilla, tarmokkailla ja tehtävänsä tärkeyteen uskovilla tutkijoilla. Asema on myös saanut suuren metsätalousmaakunnan vankkumattoman tuen. Kun asema aloitti työnsä vuonna 1970, sai se pääaiheekseen metsän uudistamisen menetelmien tutkimisen ja kehittämisen. Metsä- ja puutalouden kasvu Lapin tärkeimmäksi työpaikkoja ja tulonmuodostusta ylläpitäväksi runkoelinkeinoksi edellytti vanhojen erämaametsien uudistamista. Metsävarojen parantaminen, vajaa-tuottoisten metsiköiden uudistaminen ja suhteessa kasvupaikkaan vähäarvoisten kuusi- ja lehtipuuvaltaisten metsiköiden muuttaminen mäntyvaltaisiksi metsiköiksi sekä suuren puuntarpeen tyydyttäminen olivat ja ovat jatkuvasti tavoitteita, joiden saavuttaminen on mahdollista vain järkevillä luontaisen siementymisen, kylvön ja istutuksen yhdistelmillä uusia metsiköitä perustettaessa.

Tämän pääaiheen ympärille on tullut siihen liittyviä muita kohteita kuten siemenien ja taimien tuotanto, taimikoita uhkaavat tuholaiset ja taudit sekä metsänuudistamiseen vaikuttavat maan ja ilmaston ominaisuudet. Metsänuudistamisen edellytyksiä ja menetelmiä selvittävä tutkimus on saatava kokonaisuudeksi, jonka tulokset edistävät metsänuudistamisen menetelmien tasapainoista kehittämistä ilman repivää ja epäloogista kulmikkuutta, joka on viime aikoina heikentänyt tutkimuksen uskottavuutta.

Metsän moninaiskäytön tutkimus sopi myös alusta pitäen kuin luonnostaan tutkimusaseman ohjelmaan. Mitä pohjoisemmista metsistä on kysymys, niin suhteellisesti sitä suuremman merkityksen saavat puuntuotannon rinnalla harjoittelevat poronhoito, marjojen ja sienien poiminta, metsästys, retkeily, ulkoilu ja talviurheilu. Muiden kuin metsätalouden harjoittajien arvostukset ja asenteet ovat tuotannon teollistuessa ja elintason noustessa muuttuneet metsätaloutta vieroksuviksi ja sille usein vihamielisiksi.

Metsän eri käyttömuotojen biologisten ja taloudellisten perusteiden tutkimuksen tulisi olla tästä eteenpäinkin aseman päätehtäviä. Tutkimusta kiinteyttäisi ja tulosten käyttökelpoisuutta parantaisi, jos tietoisena tavoitteena olisi metsän moninaiskäytön tasapainoinen optimointi. Jos puuntuotanto tungetaan pois laajoilta alueilta, niin kuin viime vuosina on tapahtunut, merkitsee se luopumista metsien moninaiskäytön kauniista ajatuksesta, puuntuotannon jättämistä laajoilla alueilla metsän käytön ulkopuolelle ja mukautumista tuotannon pienenemisestä aiheutuviin työpaikkojen ja tulonsaantimahdollisuuksien menetyksiin ilman, että vastaavaa lisäystä saadaan muiden elinkeinojen alueella. Luonnonsuojelualue- ja kansallispuistotutkimus tulisi saada osaksi työohjelmaa.

Lapin metsien kasvua ja tuotosta sekä metsävarojen inventointia ja käytön suunnittelua palveleva tutkimus on vähitellen vahvistunut. Lähitulevaisuuden tavoitteeksi tulisi asettaa sellaisen tietojärjestelmän aikaansaaminen kasvu-, tuotos- ja inventointitutkimusten tuloksista, että niitä käyttäen asemalla voitaisiin tutkia puuntuotannon vaihtoehtoja ja mahdollisuuksia. Lapin metsäteollisuuden kehittämistä palvelevat metsätaseet olisi jo aika tehdä Rovaniemellä. Kuntayksiköittäin toteutettava valtakunnan metsiä 7. inventointi antaa uudet perusteet pienalueittaiselle metsätalouden suunnittelulle.

Suontutkimus on ollut tähän asti suhteellisen vähäistä. Osaksi tähän on voinut vaikuttaa uudisojituksen väheneminen ja pohjoiseen etenemisen pysähtyminen. Soistumisen puuntuotantoa pienentävän vaikutuksen torjuminen, sen kangasmailla etenemisen estäminen ja ojitettujen maiden tuottokyvyn ylläpitäminen ovat Lapin metsätaseen tasapainottamisen kannalta niin tärkeitä tehtäviä, että suontutkimukselle on saatava tähänastista vankempi asema.

Puukasvillisuuden säilyttämiseksi ja lisäämiseksi mahdollisimman pohjoisessa ja korkealla suhteessa merenpintaan tarvitaan tietoja metsänrajan puiden rodullisista ominaisuuksista ja kylmään ilmastoon sopeutumisesta. Alan tutkimuksen ohjelmointi yhdessä metsänjalostuksen jälkeläiskokeiden kanssa lisääisi mahdollisuuksia hyödylliseen kansainväliseen yhteistyöhön alalla, jolle Lappiin sijoitetulla metsäntutkimuksella on hyvät edellytykset.

Metsäekonomian ja liiketieteen tutkimukselta odotetaan tietoja metsä- ja puutalouden merkityksestä Lapin työpaikkojen ja maatalouden elinkelpoisuuden ylläpitäjänä sekä erilaista voimaperäisyyttä edustavan puuntuotannon liiketaloudellisesta ja kansantaloudellisesta edullisuudesta. Maakunnan talouselämän kehittämisen kannalta olisi ensiarvoisen tärkeää tietää, missä on sen puunkasvua lisäävien panosten kannattavuuden taso, jonka kohdalla ne pienestä liiketaloudellisesta tuotostaan huolimatta ovat kansantaloudellisesti vielä suotavia olosuhteissa, joissa metsä- ja puutaloutta korvaavaa tavaratuotantoa ei ole näköpiirissä. Alan tutkimus on luonteeltaan sellaista, että yleispätevien tulosten aikaansaaminen edellyttää Rovaniemellä ja metsäntutkimuslaitoksen keskusyksikössä toimivien tutkijoiden yhteistyötä.

Tutkimusaseman työohjelmasta ja myös valmistuneista julkaisuista ja raporteista ilmenee, että aiheet ja kenttätöyt ovat painottuneet lähelle metsänrajaa ja kasvuolosuhteisiin, jotka ovat selvästi kasvupaikkojen vaihtelualueen huonommalla kaistalla. Aikanaan, kun Lapin metsien tutkimusta tehtiin Helsingistä käsin, työ painottui pohjoisimpiin erämaihin ja Lapin eteläiset, puunkasvun kannalta parhaat osat jäivät vähälle tai kokonaan mielenkiinnon ulkopuolelle. Epäsuhde on ilmeinen, kun vertaa Inarin alueeseen ja Lapin kolmioon (läänin lounaiskulma) kohdistuneiden tutkimusten lukumäärää toisiinsa. Monesti on sanottu, että kun metsäntutkija lähti Helsingistä liikkeelle, romantiikan ja erämaan viehätyksen kaipuu ei sallinut hänen pysähtyvän ennen kuin pohjoisimman Lapin kepeillä hiekkakan-kailla ja tammukkapuroilla.



Olivatpa nykyisten tutkijoiden motiivit mitkä tahansa, niin tutkimuksen kohdistamisessa on nopeasti otettava huomioon tosiasia, että puuntuotannon lisäämisen mahdollisuudet ovat suurimmat linjan Salla, Kemijärvi, Rovaniemi ja Pello eteläpuolella, ja että jos nämä alueet eivät saa kohtuullista osuuttaan tutkimuksesta, se tullaan ennemmin tai myöhemmin toteamaan virheeksi.

Tutkimuksen suunnittelussa on usein puhuttu Lapin kolmion tärkeydestä. Alueen sisällyttämistä työohjelmaan on lykännyt määrärahojen niukkuus ja tilan ahtaus asemalla. Niin tärkeää kuin onkin yrittää lisätä Lapin metsäntutkimuksen resursseja metsä- ja puutalouden ongelmien merkitystä vastaavalle tasolle, niin yhtä tärkeää on tiedostaa, että olivatpa resurssit mitkä tahansa, ne on kohdistettava aiheiden ja alueiden suhteellisen tärkeyden mukaan eikä siihen, mitä on mukavinta tutkia.

Tutkijalle on ominaista, että mitä haastavampana hän tuntee yhteiskunnan työhönsä kohdistamat odotukset, sitä innostuneempi hän on työstään. Tältä kannalta katsottuna on vaikea kuvitella Rovaniemen tutkimusasemaa kannustavampaa työympäristöä, sillä Lapin talouden ja tuotannon kehittämisen ongelmat ovat suuria ja niiden ratkaisemisessa tarvitaan lisääntyvässä määrässä tutkimustuloksia. Keskittämällä tutkimus tärkeimpiin aiheisiin ja kehittämällä yksittäisten tutkimusten tuloksista johdonmukainen ja loogisesti linjakas metsätalouden harjoittajaa palveleva tietojen järjestelmä on mahdollista saavuttaa lyhyessä ajassa olotila, jossa tuotannon ja talous- sekä yhteiskuntapolitiikan päättäjät, toimipa hän Rovaniemellä, Kemissä tai Helsingissä, saa parhaat tarvitsemansa metsätaloutta koskevat tiedot Rovaniemen tutkimusasemalta. Tämä mahdollisuus voidaan kyllä menettääkin ja menetetään, jos, mikä varoitus on tänä päivänä tarpeen, tutkimuksessa ja tulosten esittelyssä ei pitäydytä tieteellisen työn, todentamisen ja loogisen ajattelun lahjomattomiin lakeihin.

## TUTKIMUSTOIMINTA ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMALLA

Pentti Roiko-Jokela

## Tutkimustoiminnan alku

Rovaniemen tutkimusasema perustettiin v. 1970 "kukanpäivänä" metsäntutkimuskomitean esittämänä. Tutkimusrahoitusta suunnattiin tuolloin voimakkaasti Lappiin selvittämään metsänuudistamisvaikeuksien syitä. Kysymys oli myös Lapin metsätalouden vaihtoehdoista osana laajempaa ilmiötä, jota yleisesti luonnehditaan yhteiskunnalliseksi muutokseksi. Vuonna 1973 valmistunut Rovaniemen tutkimusasemarakennus antoi mahdollisuuden laajentaa toimintaa myös muille tieteenaloille kuin metsänuudistamis- ja tuhkysymysten selvittämiseen. Tutkimusohjelma monipuolistui nopeasti käytännön metsätalouden tarpeiden sanelemana. Suoja- ja lakimetsien sekä talousmetsäalueen eri käyttömuotojen selvittely kehittyi merkittäväksi tutkimusteemaksi perinteistä puuntuotantoa tukevan tutkimustoiminnan oheen. Metsien moninaiskäyttöllinen ajattelu laajeni aina valtakunnan metsien inventointiin, jonka yhteydessä tutkitaan nykyisin myös porolaidunten määrää ja laatua.

## Työohjelma 1983

Tänä päivänä Rovaniemen tutkimusasemalla on edustettuna 10 tutkimussuuntaa: maantutkimus, matemaattinen tutkimus, metsäeläintiede, metsänhoito, metsäninventointi, metsäpatologia, kansantaloudellinen ja liiketaloudellinen metsäekonomia, puuntuotos sekä suontutkimus. Työtä tehdään 17 tutkijan voimin, joista kaksi työskentelee oman päätoimensa ohella laitoksen sivullisena tutkijana. Aseman työohjelma käsittää 57 tutkimusta, jotka alueellisesti painottuvat Lapin lääniin.

Rovaniemen tutkimusaseman tehtävä on luoda tietotaustaa ensisijaisesti Lapin metsätalouden ongelmien ratkaisemiseksi. Metsien tuoton kohottamistutkimukset ovat tutkimusaseman painoala.

Suontutkimuksen päästyä viime vuonna alkuun toiminta on laajentunut myös turvemaille. Lapin metsien inventointi- ja metsien moninaiskäytön metsäekonomiset tutkimukset voimistuvat samoin kuin matemaattinen tutkimus.

Metsänhoidon tärkeimmät tutkimukset koskevat ongelma-alueiden metsänuudistamista ja taimikoiden hoitoa. Metsämaan tutkimuksessa selvitetään maankäsittelytoimenpiteiden vaikutusta uusien mittausmenetelmin. Puuntuotostutkimus keskittyy alueellisten kasvumallien laadintaan, suojametsien erityisongelmiin ja kasvunvaihtelun seurantaan. Valtakunnan metsien 7. inventointi alkaa myrskytuhoselvityksin vahvistettuna. Osana inventointia tutkitaan porolaitumia ja seurataan niiden muutoksia. Metsäeläintiede tutkii pystynävertäjän lisääntymisbiologiaa. Metsäpatologian tutkimuksessa selvitetään taimikoiden ja nuorten metsien tuhoja sekä lannoituksen aiheuttamia vaurioita männiköissä.

Metsänsuojelun tutkimukseen kuuluu mm. myrskyn aiheuttamat seuraustuhot sekä niiden neuvonta ja tiedottaminen. Liiketaloudellinen metsäekonomia selvittää kantohintojen ja hakkuumäärien välistä riippuvuutta.

Metsän eri käyttömuotojen keskinäissuhteiden selvittäminen ja moninaiskäyttöhyötyjen taloudellinen arviointi muodostavat kansantaloudellisen metsäekonomian tärkeimmän tutkimuskentän. Eri tutkimussuuntien yhteistyönä jatkuu metsien moninaiskäytön tutkimus sekä kasvupaikkojen kuvaus- ja luokitusjärjestelmän kehittäminen.

Toimintasuunnitelma 1984 - 1985

Lapin metsä- ja puutaloutta muovaavat tällä hetkellä keskenään ristiriitaiset kehityssuunnat. Maakunnan metsäteollisuuden kehittäminen ja suojelualueiden perustaminen on sovitettava yhteen. Tulevaisuudessa kilpailu metsävaroista käy entistä



suuremmaksi ja metsien biomassan hyödyntäminen yhä tarkemmaksi. Samanaikaisesti moninaiskäytön merkitys vain lisääntyy. Tutkimuksen on luotava tietopohjaa näihin ratkaisuihin, joilla tataan raaka-aineen riittävyys, mahdollisuudet moninaiskäytölle ja ohjeet suojelualueiden hoidolle ja käytölle. Lapin tutkimusresurssien lisätarve on edelleenkin kiistaton, jotta metsäntutkimus pystyisi vastaamaan uusiin haasteisiin suunnittelua ja päätöksentekoa palvelevana metsällisen tiedon tuottajana sekä metsien kohoavan kasvun takaajana.

Tutkimuksen tärkein henkinen resurssi on toimiva ja riittävä tiedeyhteisö. Metsäntutkimuslaitoksen toiminta- ja taloussuunnitelmassa v. 1984 - 1988 Rovaniemen tutkimusasema on suunniteltu laajennettavaksi 22 vakinaiselle tutkijalle. Maa- ja metsätalousministeriön kehittämissuunnitelmassa oleva lisärakennushanke käsittää 1 245 m<sup>2</sup> hyötypinta-alaa. Suunnittelumäärärahan ja aloituksen saaminen v. 1984 budjettiin poistaisi tutkimusaseman kehittämisen suurimman esteen: täydellisen huonetilapuutteen. Muista parannusesityksistä on etusijalla nykyisen pientietokoneen korvaaminen keskisuurella tietokoneella. Uudistus nopeuttaisi merkittävästi meneillään olevia tutkimuksia ja antaisi mahdollisuuden Lapin metsällisen "tietopankin" rakentamiselle alue- ja kuntasuunnittelua varten.

#### Tarkastelua

Metsäntutkimus on osaltaan ollut luomassa Lapin nykypäivää ja tulevaisuutta. Tämä vaateliias tehtävä on tiedostettu alusta pitäen. Kysymyshän on tärkeimmän luonnonvaramme ja jokapäiväisen tulolähteen hoidosta. Järjestämällä tutkimuspäiviä yhdessä Kolarin tutkimusaseman kanssa on haluttu luoda vuorovaikeutus käytännön metsätalouteen ja päätöksentekijöihin. Julkaisemalla omaa tiedonantotarjontaa on korostettu Lapin omaleimaisuutta. Runsaan kymmenen vuoden aikana tutkimus on kohonnut Lapin metsien hoidon ja käytön suuntaamisen merkittäväksi voimaksi. Oikean suunnan näyttäjiksi voidaan hyvällä syyllä sanoa

kolmea Rovaniemen tutkimusasemalla valmistunutta väitöskirjaa:  
Eljas Pohtila (1977) "Aurattujen alueiden metsänviljely Lapissa",  
Yrjö Norokorpi (1979) "Perä-Pohjolan vanhat kuusikot, niiden  
lahoisuus ja lahottajat" ja Olli Saastamoinen (1982) "Metsien  
moninaiskäytön ekonomia Saariselän metsä- ja tunturialueella".  
Näiden tutkimusten pohjalta on hyvä katsoa Lapin metsien tule-  
vaisuutta.

# METSIEN MONINAISKÄYTÖN EKONOMIA SAARISELÄN ALUEELLA

Olli Saastamoinen

## Johdanto

Tämän esityksen tarkoituksena on esittää tiivistetysti eräitä tuloksia jo julkaistusta Saariselän käyttömuotoja käsittelevästä tutkimuksesta (Saastamoinen 1982), pohdiskella eräitä tutkimuksessa hankalaksi osoittautuneita ongelmia ja arvioida hieman tulosten yleistämisen mahdollisuuksia.

Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia Lapin metsätalouden maan kolmen keskeisen käyttömuodon, puuntuotannon, porotalouden ja virkistyskäytön ominaispiirteitä, keskinäissuhteita ja ekonomiaa Saariselän metsä- ja tunturialueella.

Tutkimuksessa rajattu Saariselän metsä- ja tunturialue (kuva 1) on laajuudeltaan 175 683 ha, josta metsämaata on 63 195 ha (36 %), kitumaata 28 622 ha (16 %) ja joutomaata 83 866 (48 %).

Alueen käyttövaihtoehtoista on käyty paljon keskustelua 1960-luvulta alkaen. Perustetusta Urho Kekkosen kansallispuistosta se muodostaa huomattavan osan, mutta luonnonsuojelu ei kuulunut tutkittaviin käyttömuotoihin.

## Puuntuotanto

Alueen metsämaasta valtaosa on kuivahkoja (61 %), kuivia (30 %) ja karukkokankaita (6 %). Puuston kokonaiskuutiomäärä on 5,1 milj. m<sup>3</sup>, josta metsämaalla 4,4 milj. m<sup>3</sup>. Keskikuutio metsämaalla oli 69,5 m<sup>3</sup>/ha. Metsämaan pinta-alasta 78 % oli yli 160-vuotiaita metsiköitä. Puustosta 28 % oli toimenpiderajan yläpuolella.

Runsaasti vanhoja ja uudistuskypsiä metsiä käsittävän metsäalueen vuotuisten lyhyen tähtäimen hakkuumahdollisuuksien arvioiminen on tehtävä, johon ei ole yksiselitteistä vastausta.

## Ulkoilukäyttö

Lapin metsätalouden maan käyttömuodoista ulkoilukäyttö on uusin tulokas. Viime vuosikymmeninä se on kasvanut nopeasti.

Saariselän ulkoilukäyttö jakaantuu lomamajojen alueelta lähtevään patikointiin ja hiihtämiseen (lomailukäyttö tai päiväkäyttö) sekä maastossa autiomajoissa tai teltoissa yöpymiseen perustuvaan vaeltamiseen (eräretkeilykäyttö). Kummankin ulkoilumuodon kasvu on 1950-luvun alusta lähtien ollut voimakasta (kuvat 3 ja 4).

Vuonna 1979 alueen ulkoilukäytöksi kokonaisuudessaan saatiin 48 000 käyntikertaa ja 203 000 käyttöpäivää. Eräretkeilyn osuus käyttöpäivistä oli 30 %.

## Käyttömuotojen suhteet

Metsien moninaiskäytön keskeisin ongelma ja lukuisimmat kysymysmerkit liittyvät eri käyttömuotojen välisiin suhteisiin. Valitseeko poronhoidon, virkistyskäytön ja puuntuotannon välillä pareittain tai kokonaisuudessaan toisiaan keskinäisesti hyödyttävä vuorovaikutus, rauhanomainen rinnakkaiselo, kylmä sota vai peräti vihamielinen vastakkainolo?

Näihin kysymyksiin vastaamisen vaikeuksia kuvaa hyvin se, että aiheesta jo vuosia ellei vuosikymmeniä jatkunut runsas ja värikkäs keskustelu ei osoita laantumisen merkkejä - päinvastoin. Keskustelussa esille tuodut havainnot ja mielipiteet ovat kiinnostavia ja hyödyllisiä myös tutkijan näkökulmasta, mutta eivät tietenkään korvaa empiiristä tutkimusta.

Empiirisen tutkimuksen vaikeuksia puolestaan havainnollistaa hyvin puuntuotannon ja ulkoilukäytön suhteiden erittely. Jos ajatellaan pelkästään "fyysisen" liikkumisen kannalta eivät uudistushakkuut Saariselän kuivilla kankailla paljonkaan estä



ulkoilijan liikkumista - hakkuutähteistä olisi tietysti jonkin verran haittaa. Liikkumisvaikeustekijä olisi varmaankin melko objektiivisesti arvioitavissa ja johtopäätös todennäköisesti olisi se, että hakkuut ja muut puuntuotantotoimenpiteet haittaisivat ulkoilua alueella, mutta eivät kuitenkaan kovin paljon.

Retkeilijä ei kuitenkaan ole vain eväskuormaa kantava kaksijalkainen kameli vaan näkevä, kokeva ja jotakin "erikoista" Lapin matkaltaan hakeva ihminen. Miten hänen ulkoiluympäristöön liittyviä arvostuksiaan, toiveitaan ja mieltymyksiään olisi tutkittava? Lyhyesti vastattuna niitä voidaan tutkia mm. sosiologisen tutkimuksen vakio-ohjelmistoon kuuluvilla asenneväittämillä (esim. Saastamoinen 1972) tai esimerkiksi valokuvien tai dia-kuvien avulla.

Tässä tutkimuksessa Saariselän käsittelyltään ja kehitysluokitetaan erilaisista männiköistä koostettiin 40 dian sarja, joka esitettiin 108 retkeilijälle. Heitä pyydettiin arvioimaan kukin metsikkokuva asteikolla 4 - 10 sen retkeilyarvon ja maisemiarvon perusteella. Tulokset osoittivat retkeilijöiden maisemiarvostusten olevan varsin yhdenmukaisia (kuva 5) ja metsikön kehitysluokasta sekä käsittelystä riippuvaisia (kuva 6). Uudistuskypsät metsät arvostettiin parhaaksi retkeily-ympäristöksi kun taas teiden ja hakkuutähteiden esiintyminen maisemassa alensi selvimmin metsikön arvoa retkeilyn kannalta.

Metsikkökohtaisten tulosten yleistäminen metsäaluetta koskeviksi ja päätelmien tekeminen niiden perusteella puuntuotannon vaikutuksista ulkoilukäytön määrään ja laatuun osoittautui kuitenkin varsin ongelmalliseksi ja viime kädessä tutkimuksen johtopäätös ulkoilun ja puuntuotannon huonosta yhteensopivuudesta Saariselän alueella perustui päättelyyn erämaaluontoon hakeutuvan ulkoilukäytön ympäristöedellytyksistä.

Puuntuotannon ja poronhoidon sekä poronhoidon ja ulkoilun välisten suhteiden tutkimuksen katsottiin antavan edellistä enemmän empiiristä tukea johtopäätöksille, joiden mukaan tiettyyn

Tässä tutkimuksessa lyhyen tähtäimen kertymäsuunnitteet vaihtelivat 29 000 - 81 000 m<sup>3</sup>/v. välillä kiertoajasta ja käsittelyn voimakkuudesta riippuen, kun edellytettiin että kaikki toimenpiderajan alapuolella olevat hakkuumahdollisuudet realisoitaisiin 20 vuodessa. Toimenpiderajan alapuolisen metsämaan pitkän tähtäimen kertymäsuunnitteen arvioksi saatiin 42 000 m<sup>3</sup>. Se laskettiin metsätyypittäisten keskituotosten avulla.

Kertymäsuunnitearviot laadittiin puhtaasti puuntuotannon näkökulmasta ja soveltaen vain puuntuotannollisia rajoituksia, ts. toimenpiderajasta ja suojametsäalueesta johtuvia.

#### Poronhoito

Tutkimusalueesta suurin osa kuuluu Sodankylän Lapin paliskuntaan mutta osa Ivalon paliskuntaan. Alueen otaksuttiin kokonaisuudessaan vastaavan 80 % Lapin paliskunnan tuotannosta mikä ei ainakaan johtane sen poronhoidollisen merkityksen aliarvioon.

Vuosina 1970 - 1978 luettuja vuotta vanhempia poroja alueella oli keskimäärin 4 879 eläintä ja jos siihen lisätään "perinteiset" 15 % lukemattomien porojen osuutena saadaan keskiarvoksi noin 5 600 eläintä. Kuten kuvasta 2 käy ilmi, luettujen porojen määrä vaihteli paljon ja oli laskusuunnassa 1970-luvulla. Lapin paliskunnan poronhoito on tunnetusti ollut monien häiriötekijöiden alainen.

Alueen pitkän tähtäimen kantokyky arvioitiin kasvupaikkatyypit harkinnanvaraisesti bonitoimalla siten, että yhden poron talvilaiduntarve oli esimerkiksi 12 ha jäkälätyypillä ja 40 ha avotunturilla. Potentiaaliksi laidunten kantokyvyksi saatiin 7 001 poroa.

tuotannon tasoon saakka käyttömuodot ovat yhteensovitettavissa mutta tämä tarkemmin määräämätön taso ylitettäessä kilpailu niiden kesken "kiristyy". Poronhoidon ja ulkoilukäytön todettiin olevan helpommin yhteensovitettavissa kuin poronhoidon ja puuntuotannon.

### Ekonomia

Tutkimusalueen käyttömuotojen taloudellinen merkitys arvioitiin kullekin käyttömuodolle vuodelle 1978 sekä pitkän tähtäyksen maksimina. Jälkimmäisessä tapauksessa oletettiin aikaisemmin esitetyn mukaisesti etteivät muut käyttömuodot rajoita suurimman mahdollisen tuotannon saavuttamista. Kummassakin tapauksessa laskettiin tuotannon kokonaisarvo ja arvonlisä. Jälkimmäinen saatiin vähentämällä tuotannon kokonaisarvosta ostettujen välituotteiden arvo.

Puuntuotannon arvo määritettiin hankinta-arvona, poronhoidon arvo teurastettujen porojen arvona erotusaidalla ja ulkoilukäytön arvo matkailuyritysten liikevaihtona. Matkailuyritysten toiminta alueella perustuu nimenomaan Saariselän metsä- ja tunturiluonnon vetovoimaisuuteen. Eräretkihyödyille ei määritetty erikseen "arvoa" vaan myös niiden oletettiin realisoituvan matkailuyritysten liikevaihdossa.

Ulkoilukäytön kokonaisarvo ja arvonlisäys osoittautuivat suurimmiksi sekä vuonna 1978 että varsinkin pitkällä tähtäyksellä. Puuntuotannon arvonlisäys (laskennallinen, ei realisoitunut) v. 1978 oli likimain yhtä suuri kuin ulkoilukäytön. Ekstensivisenä elinkeinona poronhoidon tuotannon arvo jäi selvästi myös puuntuotantoa pienemmäksi sekä v. 1978 että pitkällä tähtäyksellä (kuva 7).

Jos aikaisemmin esitetyt johtopäätökset käyttömuotojen keskinäissuhteista pitävät paikkansa, alueen "paras" käyttövaihtoehto on ulkoilukäytön ja poronhoidon yhdistelmä - siis kahden kauppa ja kolmannen korvapuusti.

## Tulosten yleistettävyydestä

Tutkimus rajoittui Saariselän alueeseen ja siinä esitetty empiirinen aineisto on aluekohtaista. Monet tutkimuksen johtopäätökset koskevat vain tutkimusaluetta, eräät lienevät yleistämiskelpoisia samankaltaisiin alueisiin nähden ja jotkut tulokset tai havainnot laajemminkin.

Johtopäätös puuntuotannon ja ulkoilukäytön hyvin huonosta yhteensopivuudesta, esitetyin varauksin, pitää paikkansa erämaaluontoiseen ulkoilukäyttöön. Yksin määritelmästä johdettunahan tulos on triviaali - erämaahan hakeutuvat haluavat erämaata. Kysymys on kuitenkin varsin monimutkainen, myös kysymyksen asettelultaan, ja on syytä todeta ettei tätä tulosta - varsinkin kun se on ehdollinen - voi soveltaa tämän tutkimuksen perusteella muuhun ulkoilukäyttöön.

Käyttömuotojen taloudellista merkitystä kuvaavia tuloksia lieinee oikeutettu yleistää esimerkiksi seuraavalla tavalla. Puun hinnan nousu on tehnyt puuntuotannosta taloudellisesti merkittävän käyttömuodon aina metsänraja-alueille saakka. Voimakkaassa matkailu- ja ulkoilukäytössä olevilla metsänrajametsä-alueilla ulkoilukäytön (matkailun) taloudellinen merkitys voi nousta kuitenkin niin suureksi, että myös puuntuotantoon soveltuva metsämaata on taloudellisesti perusteltua varata ulkoilukäyttöön. Koska poronhoidon tuotos pinta-alayksikköä kohti on laajaperäisenä elinkeinona varsin vähäinen jää myös sen tuotannon arvo suhteellisen pieneksi.

Yleistettävyydeltään varmin tutkimuksen johtopäätöksistä on se, että kyseisten metsänkäyttömuotojen keskinäiset suhteet ovat hyvin monitahoiset ja monimutkaiset, ja niille on erityisen leimallista lukuisten yksittäisten vaikutusten paljous.

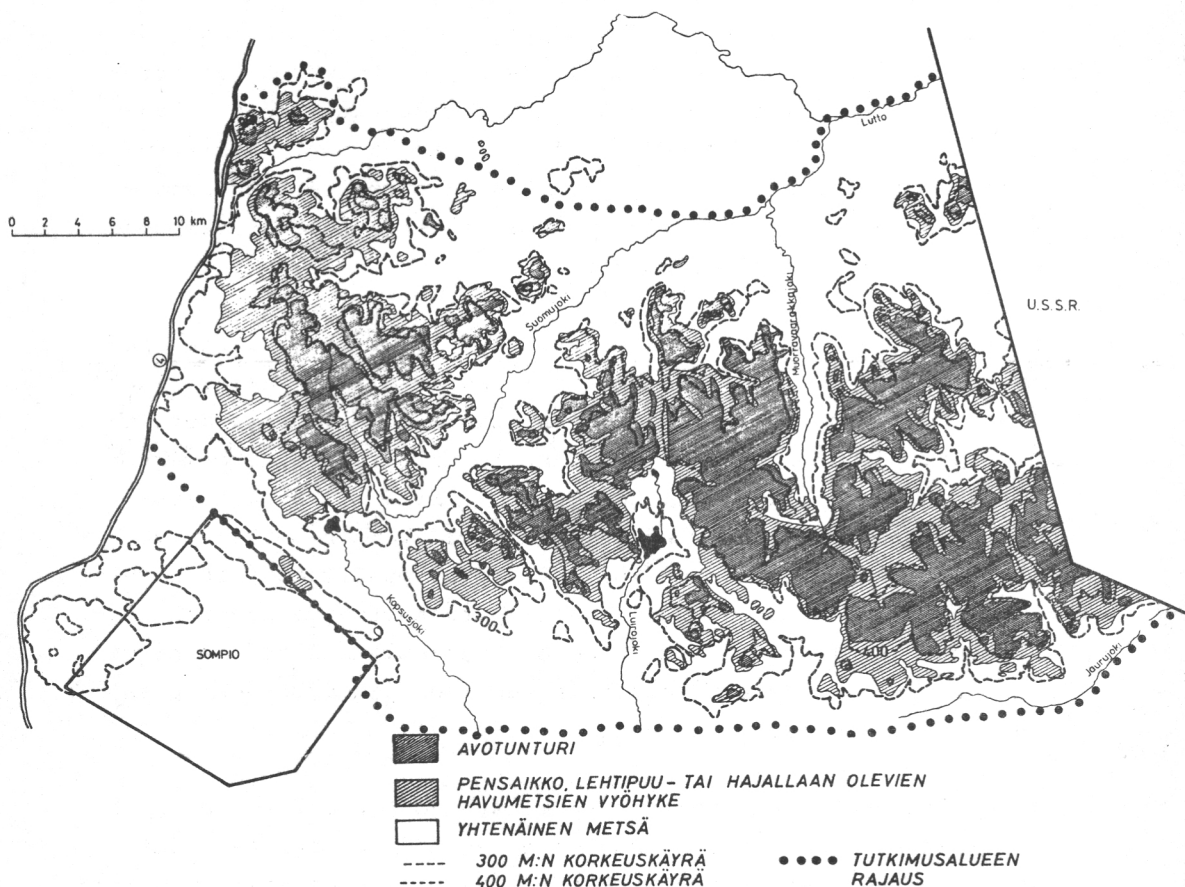
Vaikka tutkimustietoa erityisesti yksittäisvaikutuksista on karttumassa, ollaan vielä hyvin kaukana tilanteesta, jossa voitaisiin sanoa hallittavan tutkimuksellisesti eri käyttömuotojen yhteensovittamisen ongelmat.



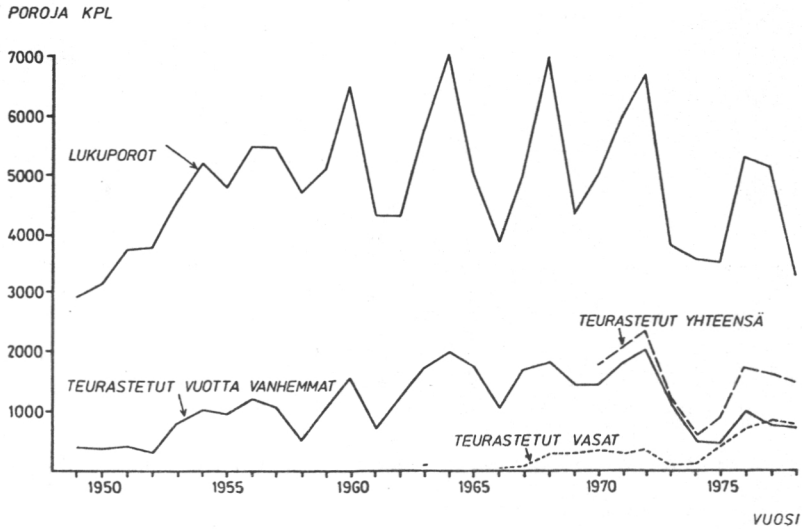
## Kirjallisuus

SAASTAMOINEN, O. 1972. Saariselän - Itäkairan alueen virkistyskäyttö. Moniste. 171 s.

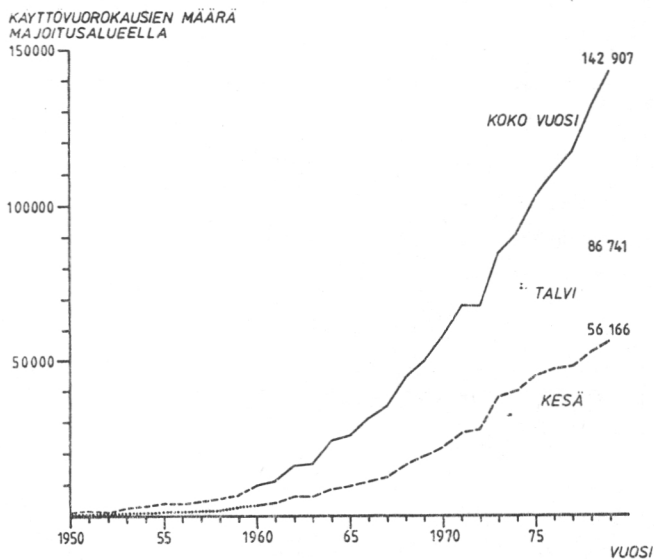
" 1982. Economics of multiple-use forestry in the Saariselkä forest and fell area. Seloste: Metsien moninaiskäytön ekonomia Saariselän metsä- ja tunturialueella. Commun. Inst. For. Fenn. 104:1-102.



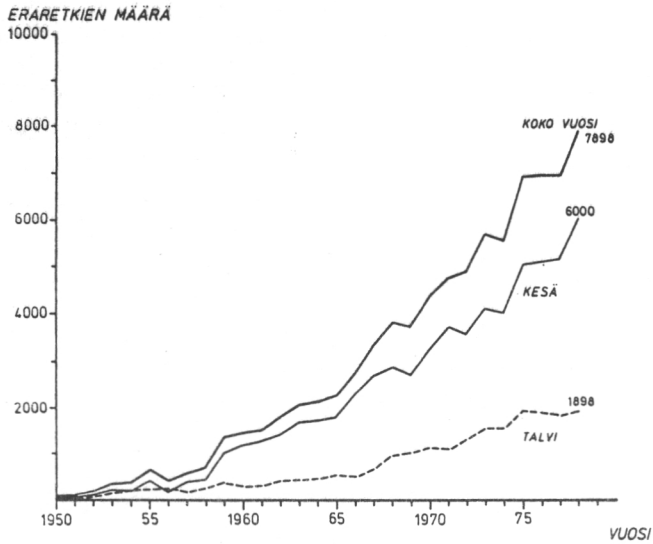
Kuva 1. Tutkimusalueen raja- ja kasvillisuusvyöhykkeet.



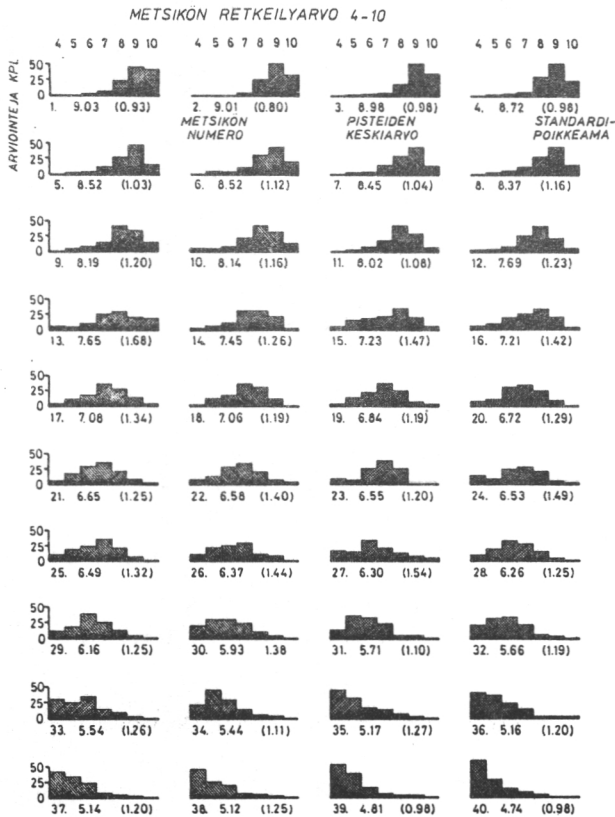
Kuva 2. Poromäärien kehitys tutkimusalueella.



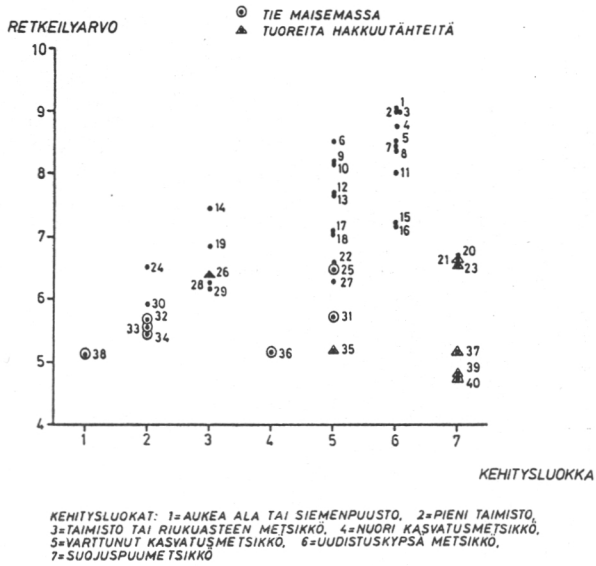
Kuva 3. Käyttövuo-rokausi-kehitys ns. päiväkäyttöalueella vuosina 1950 - 1979.



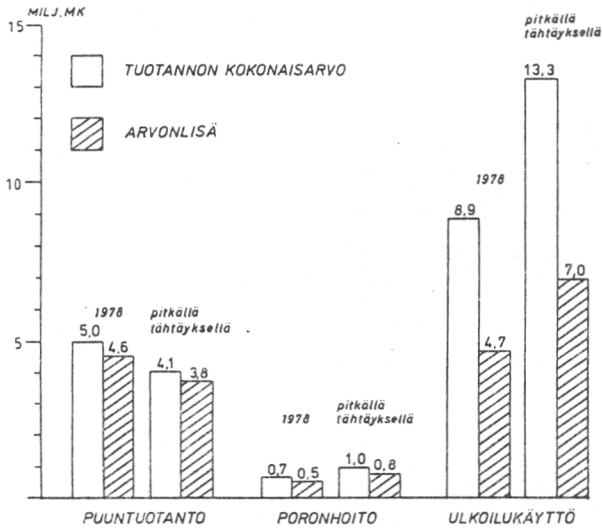
Kuva 4. Eräretkien lukumäärän kehitys Saariselällä vv. 1950 - 1978.



Kuva 5. Maisema-arvostusten yhdenmukaisuus.



Kuva 6. Dia-arvostelun tuloksia.



Kuva 7. Tutkimusalueen käyttömuotojen taloudellinen merkitys.

# KÄYTÄNNÖN METSÄTALouden METSÄT JA NIIDEN KUVAUS TIETOKONE-KARTAKKEIN

Mauri Timonen

## Johdanto

Metsällinen tietojenkäsittely on tänään suuren murroksen edessä. Uudet tehokkaat tietokoneet mahdollistavat laajojen aineistokokonaisuuksien käsittelyn. Alan asiantuntijat kehittävät alati kasvavien tietomäärien hallintaan soveltuvia menetelmiä. Suurten tietokokonaisuuksien hallintaan välttämätön tietokantaperusteinen ajattelutapa on valtaamassa alaa. Ns. metsätietopankkien suunnittelu on jo aloitettu. Kun metsätiedon hallintajärjestelmä lähivuosina saadaan kehitetyksi, metsätietopankit tulevat niin käytännön kuin tutkimuksenkin tietojenkäsittelyn perustaksi.

Tietovirran lisääntyminen asettaa myös tietokoneohjelmistoille uusia vaatimuksia. On kehitettävä entistä tehokkaampia ja monipuolisempia ohjelmia, jotta uusi tieto saataisiin helposti esityskelpoiseen muotoon. Tiedonhallintajärjestelmään kuuluu ns. raportointiohjelmisto, jonka tehtävänä on kuvailla tietopankista poimittua aineistoa. Aineiston raportointitiedot voivat sisältää muuttujien tunnuslukuja, kuten keskiarvo-, hajonta- ja frekvenssilukuja, jakaumakuvauskuja, luokiteltua tietoa jne. Pitemmälle kehittyneillä raportointiohjelmilla voidaan kuvata muuttujien välisiä keskinäisiä riippuvuussuhteita monin tavoin luokiteltuna.

Tässä artikkelissa esitellään tutkimus ja -raportointimenetelmä, jolla käytännön keräämää kasvupaikka- ja metsikkökohtaista tietoa voidaan hyödyntää alueellisissa puuntuotostutkimuksissa. Myöhemmin julkaistavassa raportissa kuvataan raportointiohjelmalla käsitellyn aineiston ominaispiirteitä.



## Tiedon kuvioittainen ja pisteittäinen tarkastelutapa

### Kuvioittainen menetelmä

Kuvioittaiseksi menetelmäksi kutsutaan menetelmää, jossa tietoa hankitaan metsiköittäin. Ilvessalon (1965) mukaan "metsikkö on suurin piirtein yhtenäinen metsän osa, joka kokonaisuutena metsämaakuviona tai sen osana eroaa selvästi ympäröivästä metsästä. Maan puolesta yhtenäisellä kuviolla eroavuuden aiheuttajana voi olla puulaji tai puulajikoostumus, ikä, tiheys, puuston kuutiomäärä, rakenne tms." Käytännön metsätalouden suunnitelmat tehdään kuvioittaisella menetelmällä. Kasvupaikka- ja puustotiedot arvioidaan metsikkökuvion keskimääräisiä olosuhteita vastaavana. Metsikkökuviot voidaan yhdistää suuremmiksi kokonaisuuksiksi. Esim. valtion metsissä yhdistelyketju on metsikkökuvio - toimintapiiri - osasto - karttalehti - hoitoalue. Alueittaiset tulokset esitetään yleensä em. tavoilla yhdisteltynä. Tulosten tulkintaa varten tarvitaan metsätalouuskartat, joista nähdään tulostusyksiköiden rajojen sijainti maastossa.

Kuviotietoihin perustuvan menetelmän etuja ovat:

- tarkka metsikkökohtainen tietojen saanti,
- metsikkökuvioihin perustuva alueiden rajaaminen,
- helppo alueen paikallistettavuus maastossa ja
- helppo sovellettavuus käytännössä.

Haittoja ovat:

- metsikkö- ja kasvupaikkatunnusten sekä kuvionrajan subjektiivinen mittaaminen,
- luotettavuuden tilastollisen arvioinnin vaikeus,
- karttasidonnaisuus ja
- lisätietojen hankala yhdistettävyyden.

Vaikka kuvioittaisella arviointimenetelmällä on kriittisesti tarkastellen huomattavia puutteita, se toimii kuitenkin käytännössä hyvin. Syynä tähän on menetelmän konkreettisuus ja

käytännön suurpiirteisyys. Tutkimuskäyttöä vaikeuttaa menetelmän subjektiivisuus ja karttasidonnaisuus. Ilman talouskarttoja on vaikeaa hyödyntää kerättyä kasvupaikka- ja metsikkötietoa. Ja vaikka talouskartat olisivatkin käytettävissä, aineiston tarkastelu on rajoitettava metsikkökuvioiden rajamiin alueisiin.

#### Pisteittäinen menetelmä

Pisteittäiseksi menetelmäksi kutsutaan menetelmää, jossa tieto hankitaan joko teoreettisista pisteistä tai pienialaisilta koealoilta. Silloin, kun piste muodostuu koealasta, sovellutusalue on laaja. Metsävarojen inventoinnissa käytetään paljon koealapohjaisia arviointimenetelmiä.

Pisteittäisen menetelmän etuja ovat:

- yhtenäiskoordinaattien hyväksikäyttömahdollisuus,
- pisteen yksiselitteinen identifioitavuus kuviokartoista riippumatta,
- yksiselitteinen alueen rajaaminen,
- muutosten seurannan helppous,
- tulosten nopea analysointi,
- objektiivisuus,
- tilastollisen luotettavuuden määrittämismahdollisuus ja
- lisätietojen helppo liitettävyys perusaineistoon.

Haittoja ovat:

- otantavirheen syntyminen,
- aluerajojen vaikeahko identifioitavuus maastossa ja
- huono soveltuvuus metsikkötason tarkasteluihin.

Menetelmä soveltuu huonosti metsikkötasolla toimivaan käytännön metsätalouteen. Suuralueitten inventoinnissa menetelmän edut pääsevät oikeuksiinsa. Tutkimustoiminnassa pistekohtaista tietoa voidaan käyttää tehokkaasti hyväksi. Laajat valtakunnalliset koealaverkostot ovat tästä hyvä esimerkki.

## Menetelmien vertailua

Pistekohtaisella menetelmällä on joitakin etuja kuvioittaiseen menetelmään verrattuna. Tärkeimmät ovat 1) yhtenäiskoordinaatiston soveltamismahdollisuus, 2) metsässä tapahtuvien muutosten seurantamahdollisuus ja 3) lisätietojen helppo yhdistettävyyys.

Yhtenäiskoordinaatiston merkitys tietokonepohjaisessa tietojenkäsittelyssä on suuri. Kaikki paikkaan ja siis yhtenäiskoordinaatistoon sidotut tiedot voidaan yhdistää perustietoihin. Tämä antaa kokonaan uusia näkökulmia aineiston hyödyntämiselle. Eräänä esimerkkinä voidaan mainita sateliittitietojen hyväksikäyttö. Metsissä tapahtuvien muutosten seuranta pistemenetelmällä antaa tarkan kuvan niiden maastopisteiden osalta, jotka seurantaan on otettu. Kun aineisto on edustava, saadaan myös alueittaisista muutoksista selvä kuva. Mikäli seurantaa suoritetaan jatkuvasti, metsissä tapahtuvia muutoksia voidaan seurata reaaliajassa eli nykyhetkessä.

Metsikkökuvioihin perustuvassa seurantamenetelmässä vaikeutena on kuviorajojen ajan mittaan tapahtuva muuttuminen. Metsikkökuviot toimivat metsätalouden tarkoituksiperiä varten, ja kuviot muodostetaan kussakin inventoinnissa vallitsevien ohjeiden mukaan. Näin ollen jatkuva kuviokohtainen seuranta on vaikeaa. Pistemenetelmässä pisteen paikka pysyy samana, tapahtuipa pisteessä mitä tahansa.

## Kuvioittaisen arviointitiedon hyödyntäminen

### Menetelmä

Pisteittäisellä menetelmällä on niin monia etuja kuvioittaiseen menetelmään verrattuna, että on tarkoituksenmukaista siirtyä kuvioittaisesta tiedosta pisteittäiseen. Tämä voidaan toteuttaa esim. systemaattisella tasavälisellä otannalla. Koska

kysymyksessä on otanta, vain osa kuviotiedoista tulee mukaan. Tutkimuksen tavoitteena on alueellisten kasvupaikka- ja metsikkötunnusten kuvaaminen. Kuvauksen kohteena olevat keskimääräistunnukset saadaan määritetyksi suhteellisen luotettavasti pienilläkin osa-aineistoilla.

Jotta pistemenetelmää voidaan soveltaa kuvioittaiseen arviointitietoon, ja jotta tarkastelutilanteessa oltaisiin reaaliajassa, on toimittava seuraavasti:

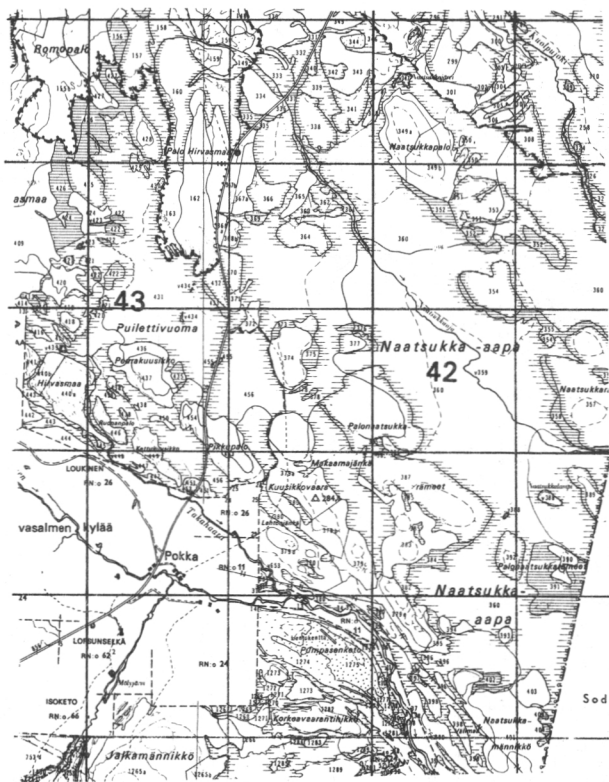
1. Suoritetaan tutkittavalla alueella systemaattinen tasavälinen otanta, kuviokarttainventointi.
2. Kerätään valituista pisteistä halutut tiedot.
3. Luodaan kerätyistä aineistoista perustietokanta.
4. Selvitetään, mitä oheistietoja tarvitaan, mistä ne saadaan ja miten ne liitetään perustietokantaan.
5. Muodostetaan pistetietojen seurantajärjestelmä, joka pitää pisteissä tapahtuneet muutokset ajan tasalla.
6. Päätetään, mitä tietoja raportoidaan ja millä tavoin.
7. Rakennetaan tarvittavat raportointiohjelmat.
8. Julkaistaan raportit.

Kuviokarttainventointi on pelkästään sisätyönä toteutettava inventointi, joka kohdistuu olemassa oleviin taloussuunnitelmiin. Pisteet paikallistetaan talouskartoilta, selvitetään, mille kuviolle ne sattuvat, ja niihin liittyvät tiedot talletetaan. Kustannukset muodostuvat pieniksi, koska maastotyötä ei jouduta suorittamaan.

#### Kuviokarttainventointi

Kuviokarttainventointi voidaan suorittaa usealla tavalla. Esi-tettävä menetelmä perustuu systemaattiseen tasaväliseen otantaan. Metsätalouskirjoista kerätty aineisto voidaan muodostaa seuraavalla tavalla (kuva 1):

1. Määritellään otoskoko.
2. Piirretään yhtenäiskoordinaatistolliseen GT-karttaan otoksen mukainen tasavälinen ruudukko. Ruudukon leikkauspisteet muodostavat otantapisteet. GT-kartta toimii tämän jälkeen otannan apuvälineenä.
3. Paikallistetaan talouskartoilta valittuja pisteitä vastaavat kuviot.
4. Talletetaan pisteen tietona kuvion tiedot.

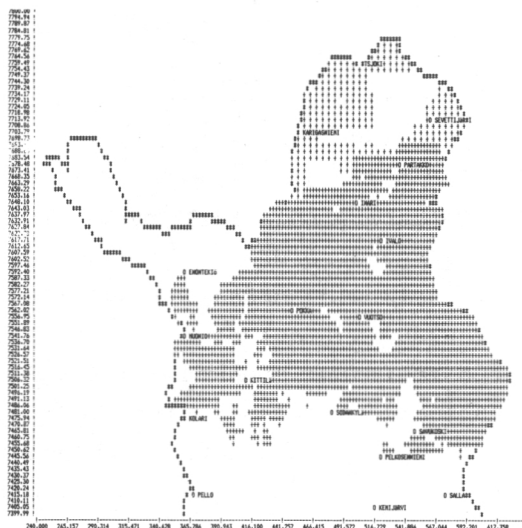


Kuva 1. Kuviokarttainventoinnin otantakehikon sijoittaminen talouskartalle. Viivojen leikkauspisteet toimivat otantapisteinä.

Otantatietoihin sisällytettiin yhtenäiskoordinaatit, kuvion sijainti-, kasvupaikka-, puusto- ja eräitä muita tietoja.



Sovellutusalueeksi valittiin Pohjois-Lappi, jonka kokonais-pinta-ala on n. 4 milj. ha. Pohjois-Lappi on sopiva kohde, koska valtaosa siitä on valtionmetsien aluetta. Se merkitsee sitä, että alueen metsistä on olemassa hyvät tiedot. Havainto-pisteitä tuli n. 10 000, joista jokainen piste edustaa 4 km suuruista aluetta (kuva 2).



Kuva 2. Tutkimusaineiston havaintopisteet.

Jokainen piste sisälsi kuvion tunnistamiseen, kasvupaikkaan ja metsikköön liittyvät tiedot. Tunnistamistiedot sisälsivät y- ja x-yhtenäiskoordinaatin, hoitoalueen, karttalehden, osaston, toimintapiirin ja kuvion tunnukset. Kasvupaikkaan liittyvät tiedot sisälsivät metsämaan pääluokan, kasvupaikan, maalajin, maan laadun, veroluokan, pinta-alan ja korkeuden merenpinnasta. Puustoa kuvattiin puujaksolla, puulajilla, puulajiosuudella, iällä, kehitysluokalla, tiheydellä, pohjapinta-alalla, valta-pituudella ja keskipituudella. Oheistietona kerättiin valta-kunnan pohjoisosan, hoitoalueiden ja suojametsäalueen raja-viiva- ja paikkakuntatiedot.

## Pisteittäisen tiedon hyväksikäyttö

Pistekohtaista tietoa voidaan hyödyntää monin tavoin. Käynnissä olevissa suojametsätutkimuksissa em. tietoa käytetään mm.

- alueellisiin metsikkö- ja kasvupaikkakuvauksiin,
- metsikkö- ja kasvupaikkatekijöiden muutosten seurantaan,
- suojametsien rakenteen selvitykseen,
- puustotunnusten alueellisen vaihtelun selvittämiseen ja
- suojametsärajan määräytymiseen vaikuttavien tekijöiden selvittämiseen.

Kerätyllä pistekohtaisella tiedolla pyritään palvelemaan myös käytännön metsätalouden tarpeita.

## Raportointiohjelma

### Tarkoitus

Raportointiohjelman perusajatuksena on tiedon esittäminen mahdollisimman havainnollisesti karttapohjaa hyväksi käyttäen. Tulosten esittäminen tässä muodossa antaa konkreettisen kuvan tietyn osa-alueen, ruudun, sisältämästä tiedosta. Metsikköä ja kasvupaikkaa koskevat tiedot voidaan esittää "syntysijoillaan". Kartaketyypeistä voidaan valita kulloiseenkin tarkastelutilanteeseen sopivin. Ongelmaa voidaan lähestyä monista eri näkökulmista. Tällä tavoin saadaan muodostetuksi käsitys niistä menettelytavoista, joilla ongelma ratkaistaan. Metsätalouden alueittainen suunnittelu on eräs käytännön alue, jolla kartaketyypisiä yleiskatsauksia metsikkö- ja kasvupaikkatunnuksista tarvitaan.

### Ohjelman yleispiirteet

Ohjelma on rakennettu VAX-11/780 -tietokoneelle. Sen toimintaperiaate on interaktiivinen eli keskusteleva. Kartakkeiden sisältö luodaan vaihe vaiheelta, jonka jälkeen kartake tulos-

tetaan rivikirjoittimelle. Prosessi on luonteeltaan iteratiivinen, ts. jos kartakkeeseen ei olla tyytyväisiä, tehdään korjaukset ja suoritetaan tulostus uudelleen. Ohjelmasta on pyritty luomaan työväline, jolla kartake voidaan muotoilla juuri sellaiseksi kuin halutaan.

Ohjelman ominaisuuksista mainittakoon:

- suurin kerralla tulostettava aluekokonaisuus on Suomi;
- kartakkeiden kokoa ja skaalausta voidaan vaihdella lähes rajattomasti;
- zoomausmahdollisuus: kartakkeita voidaan tarkastella portaattomasti pienenevässä ja suurenevassa mittakaavassa;
- kartaketyypit: havaintojakauma-, rasteripinta-, pylväsdiagramma ja regressiomallityyppi;
- kartakkeissa on mahdollista tarkastella tunnusten keskiarvoja, havaintofrekvenssejä, keskihajontoja ja -virheitä ja variaatiokertoimia sekä absoluuttisina että suhteellisina;
- aineistoa voidaan ryhmitellä ja luokitella monipuolisesti;
- käskykanta toimii vaihtoehtoisperiaatteella: esim. hoitoalueiden rajat tulostetaan kartakkeeseen käskyllä "HOI" ja kumotaan käskyllä "EIHOI";
- muuttujia ja luokituksia voidaan käsitellä niiden luonnollisilla nimillä, lyhenteillä tai koodeilla;
- perusversio sisältää taulukkotilat 500 laskentayksikölle ja se pystyy käsittelemään 20 luokkaisen luokituksen. Taulukkotilat voidaan laajentaa tarvittaessa.

Ohjelman käyttö edellyttää muuttujien ja luokitusten nimistön määrittämisen. Lisäksi havaintotiedoston 1. ja 2. muuttujana on oltava y- ja x-yhtenäiskoordinaatti. Y-yhtenäiskoordinaatin on oltava lajiteltu laskevaan suuruusjärjestykseen.

#### Kartakkeiden sisältö

Kartakkeiden perustulostusyksikkönä on suorakaiteen tai neliön muotoinen ruutu. Sen koko määritellään kilometreinä maastossa ja rivikirjoitinyksikköinä tulostuspaperilla. Ruuduista muo-

dostuva ruudukko rajaa tutkittavan alueen. Kukin ruutu sisältää määrätyn määrän havaintopisteitä, joista osa voi olla puuttuvia tietoja. Ruudut numeroidaan juoksevasti vasemmasta yläreunasta alkaen. Karttapohjiin voidaan tulostaa valtakunnan rajojen lisäksi hoitoalueiden ja suojametsäalueen rajat sekä tärkeimmät paikkakunnat. Kartan y- ja x-akselille tulostetaan luokka- ja ruuturajat yhtenäiskoordinaatein. Ruudun sisältönä voi olla havaintopisteiden sijainti, rasteripinta, pylväsdiagrammi tai regressiomalli. Havainnot ja rasteripinnat voidaan esittää ilman ruuturajoja. Rasteripintoja tulostettaessa ruudun koko voidaan pienentää aina 1\*1 rivikirjoitinyksikön kokoon saakka.

#### Kartakkeet

#### Kartaketyypit

Raportointiohjelman tuottamat neljä eri kartaketyypistä ovat:

- havaintojakaumakartake (kuva 3a),
- rasteripintakartake (kuva 3b),
- pylväsdiagrammikartake (kuvat 3c, 3d ja 3e) ja
- regressiomallikartake (kuva 3f).

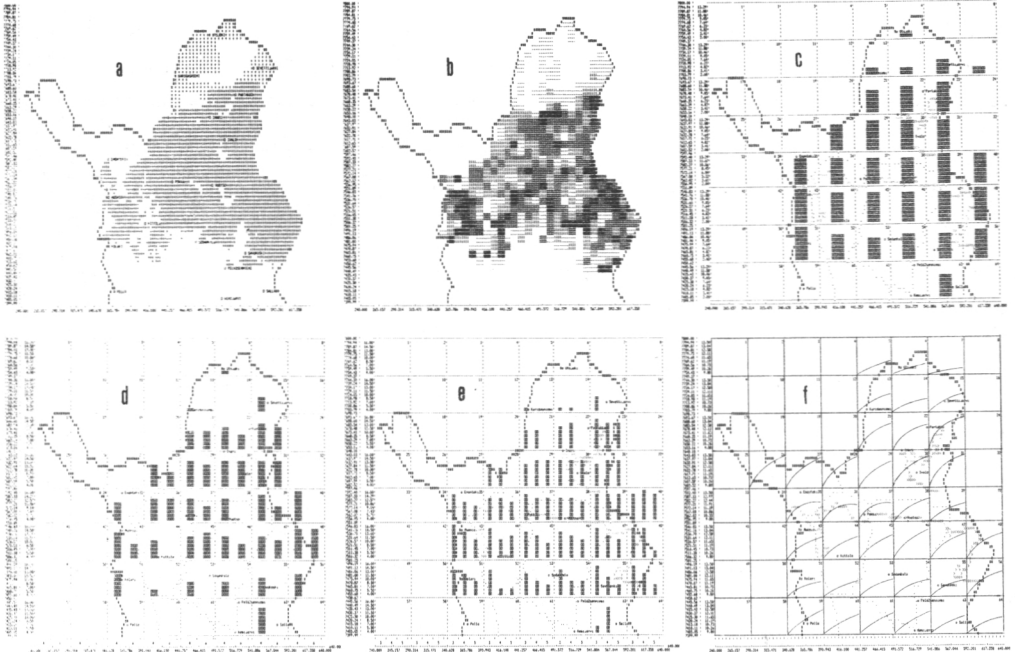
Kartakkeilla tieto voidaan esittää sekä luokitellussa että luokittelemattomassa muodossa. Vaikka kartaketyypit poikkeavat toisistaan oleellisestikin, niillä voidaan esittää myös samaa tietoa, mutta hiemen eri näkökulmista.

#### Havaintojakaumakartake

Yksinkertaisin, muttei välttämättä informaatioarvoltaan heikoin on havaintojakaumakartake (kuva 3a). Kartakkeella kuvataan pisteeseen (y,x) sattuneet havainnot. Pisteen tietosisältöä ei voida suoranaisesti kuvata, mutta jo pisteen olemassaolo saattaa antaa merkityksellistä tietoa.

Havaintojakaumakartakkeita voidaan soveltaa mm.

- tutkimusaineiston maantieteellisen sijainnin yleiskuvaukseen,
- sen luokiteltujen osien tarkasteluun,
- poikkeavien havaintojen paljastamiseen ja
- muutosten seurantaan.



Kuva 3. Kartakeohjelman kuvatyypit: a) havaintojakaumatyyppi, b) rasterityyppi, c - e) pylväsdiagrammatyyppi ja f) regressiomallityyppi.

Kuvassa 3a esitetään "+"-merkein koko tutkimusaineiston maastopisteiden sijainti. Vaaleat kohdat kartakkeella merkitsevät maastopisteitä, joista ei ole löytynyt havaintoja. Esimerkkejä havainnottomista kohdista ovat vesistöt, puuttomat tunturi- ja muut alueet. Liitteessä 1 esitellään muutamia havaintojakaumakartakkeita. Yläosassa tutkimusaineisto on jaettu kasvupaikkaluokkiin. Vasemmalta lähtien kartakkeisiin on tulostettu karukko-, kuivan, kuivahkon ja tuoreen kankaan maastopisteet. Pisteet kertovat mm., että:

- karukkokankaita aineistossa on vähän ja niitä esiintyy Inarin itäpuolella ja Partakon-Sevettijärven seuduilla;
- kuivia kankaita esiintyy enimmäkseen Savukoski-Pokka -linjan koillispuolella;
- kuivahkoja kankaita on eniten, ja niitä on koko tutkimus-alueella;
- tuoreet kankaat keskittyvät Pokka-Vuotso -linjan eteläpuolelle.

Kartakkeen alaosan vasemmassa laidassa kuvataan turvemaiden maastopisteet. Kuvan keskellä olevalla kartakkeella on paljastettu kaksi virrehavaintoa Kittilän ja Vuotson läheltä. Oikean reunan kuvassa tutkimusaineiston maastopisteet on tulostettu 20 x 20 km:n ruuduissa.

#### Rasteripintakartake

Rasteripintakartakkeella on lisäulottuvuus, kohdemuuttuja, havaintojakaumakartakkeeseen nähden. Kohdemuuttujalla tarkoitetaan sitä muuttujaa, jota kartakkeessa kuvataan. Pisteessä tai ruudussa (y, x) laskettu kohdemuuttujan arvo luokitellaan ja tulostetaan arvoa vastaavalla tummuusasteella (kuva 3b). Kohdemuuttuja voidaan jakaa 1 - 7 ennalta valittuun luokkaan. Koska rasteripintakartakkeella pyritään paljastamaan tutkittavan kohdemuuttujan alueittainen vaihtelu, luokitus on valittava siten, että erot saadaan esiin. Eri luokituksilla saadaan hieman toisistaan poikkeavia kartakkeita. Informatiivisimman kartakkeen tulostaminen vaatiikin käytännössä kokeilemista ja subjektiivista harkintaa.

Ruuduittaisten tunnuslukujen laskentatekniikka vaikuttaa myös rasteripintakartakkeen ulkoasuun. Tummuusasteet tulostetaan koko ruudun peittävinä. Jos ruudut sisältävät vaihtelevia määriä havaintopisteitä, aritmeettisina keskiarvoina laskettujen tunnuslukujen vertailukelpoisuus kärsii. Liitteen 2 rasteripintakartakkeiden ruudun koko on 10 x 10 km. Kun havaintopis-



teet on sijoitettu 2 x 2 km:n yksiköihin, voi ruutuun mahtua 25 havaintopistettä. Vesistöt ym. aiheuttavat kuitenkin sen, että todellinen havaintopisteiden määrä voi olla 0 - 25. Ruudittain lasketut tunnuslukujen aritmeettiset keskiarvot eivät tällöin ole keskenään vertailukelpoisia. On käytettävä muita menetelmiä, kuten:

- painotettuja tunnuslukuja,
- liukuvia tunnuslukuja,
- aineiston luokittelua,
- ruutujen yhdistelyä ja
- edellisten yhdistelmiä.

Rasteripintakartakkeiden tuottaman alueittaisen tiedon laatu riippuu siis useista osatekijöistä: luokituksesta, laskentatekniikasta ja ruudun koosta. Aineiston osuuttakaan ei syytä vähätellä.

Liitteen 2 rasteripintakartakkeissa tarkastellaan muutamien kasvupaikka- ja metsikkötunnusten keskiarvoja 100 neliökilometrin ruuduissa. Keskiarvot ovat aritmeettisia, luokitus on nelijakoinen ja tasavälinen. Käytetty ratkaisu ei liene paras mahdollinen kartakkeiden informatiivisuuden kannalta. Kartakkeita tarkasteltaessa on huomattava, että Inarin hoitoalueen tiedot perustuvat n. 30 vuoden takaiseen inventointiin.

Kartake a: Kasvupaikan korkeus merenpinnasta.

- Korkeimmat metsää kasvavat alueet ovat Karigasniemen ja Utsjoen välisessä maastossa sekä Saariselän alueella.
- Alavimmat paikat ovat Inarinjärven ympärillä.

Kartake b: Metsikön ikä.

- Vanhimmat metsiköt sijaitsevat Inarinjärven itä- ja koillispuolella.
- Nuoria metsiköitä esiintyy suojametsärajan eteläpuolella sekä Karigasniemen ja Utsjoen välisessä maastossa.

Kartake c: Metsikön tiheys.

- Metsiköt on luokiteltu harvoiksi lähes koko alueella.

Kartake d: Valtapituus.

- Pohjoisimmassa osassa metsikön valtapituus on yleisesti alle 9 metriä.
- Keskimääräinen valtapituus vaihtelee 9 ja 13 metrin välillä.
- Myös yli 13 metrin puustoa löytyy koko alueelta.

Kartake e: Keskikuutio.

- Inarinjärven ympäristö on puustoista, kuutiomäärä on monin paikoin yli  $70 \text{ m}^3/\text{ha}$ .
- Yleisesti keskikuutio vaihtelee 40 ja  $70 \text{ m}^3/\text{ha}$  välillä.
- Alle  $40 \text{ m}^3/\text{ha}$  alueita on runsaasti.

Kartake f: Pohjapinta-ala.

- Yleisimmin pohjapinta-ala on 6 ja  $10 \text{ m}^2/\text{ha}$  välillä.
- Suurimmat pohjapinta-alat on Kittilän länsipuolella ja Vuotson itäpuolella.

Esimerkkikartakkeiden yleiskatsaus esittää vain jäävuoren huipun. Jotta tunnuksista saataisiin tarkempaa tietoa, olisi rasterikartakkeita tarkasteltava eri luokittelijoiden suhteen. Esim. kasvupaikka- tai kehitysluokittain esitetyt kartakkeet antaisivat tietoa siitä, miten yleistunnukset muodostuvat.

Keskiarvotunnusten lisäksi kartakkeissa voidaan tarkastella havaintofrekvenssejä, keskihajontoja ja -virheitä sekä variaatio-kertoimia.

Pylväsdiagrammakartakkeet

Pylväsdiagrammakartakkeilla on kaksi lisäominaisuutta rasteripintakartakkeisiin nähden:

1. Kohdemuuttujan tunnusluvut voidaan tulostaa todellisin arvoin.
2. Kohdemuuttuja voidaan luokitella toisen muuttujan, ns. luokkamuuttujan suhteen. Pylväsdiagrammakartakkeen ulottuvuudet ovat siten pisteen tai ruudun x- ja y-koordinaatti, luokittelu- ja kohdemuuttuja.

Pylväsdiagrammakartakkeilla voidaan tarkastella:

- yleiskeskisarvotunnuksia,
- luokittaisia keskiarvotunnuksia,
- jakaumia ja
- alueittaisia muutoksia.

Kuvissa 3c, 3d ja 3e tarkastellaan valtapituutta yleisesti ja kahden sekä kolmen kasvupaikkaluokan suhteen. Ruudun koko kuvissa on 50 x 50 km eli 2 500 km<sup>2</sup>. Liitteessä 3 tarkastellaan pääpuulajien männyn ja kuusen alueittaista vaihtelua valtapituuden ja keskikuution suhteen.

Pylväsdiagrammakartakkeiden käyttö on huoletonta rasteripintakartakkeisiin verrattuna. Kohdemuuttujan luokittain esitetyt tunnusluvut antavat yksityiskohtaisen kuvan aineiston alueittaisesta jakautumisesta. Ne antavat myös ennakkotietoa rasteripintakartakkeiden tulostamista varten.

#### Regressiomallikartakkeet

Raportointiohjelman neljäs kartaketyyppi on regressiomallityyppi (kuva 3f). Se ei sisälly vielä rakenteilla olevaan ohjelmaan. Kuvassa regressiomallien kuvaajat on hahmoteltu käsin. Rivikirjoitintulostuksessa mallit kuvataan perättäisillä pisteillä.

Regressiomallikartake on pisimmälle kehitetty kartaketyyppi. Pisteen tai ruudun sisältämä tieto voidaan kuvata riippuvuussuhteina. Edellisen kartaketyypin luokitteluasteikko muuttuu

nyt välimatka asteikoksi. Regressioanalyysin mahdollisuudet voidaan laajentaa maantieteellisesti vertailukelpoisiin laskentayksiköihin. Tämä antaa metsäntutkimukselle uuden näkökulman käytännön metsätalouden palvelemisessa. Kun otetaan huomioon aineiston ryhmittely- ja luokittelumahdollisuudet, uudet ulottuvuudet riippuvuussuhteiden tarkastelussa ovat käsillä.

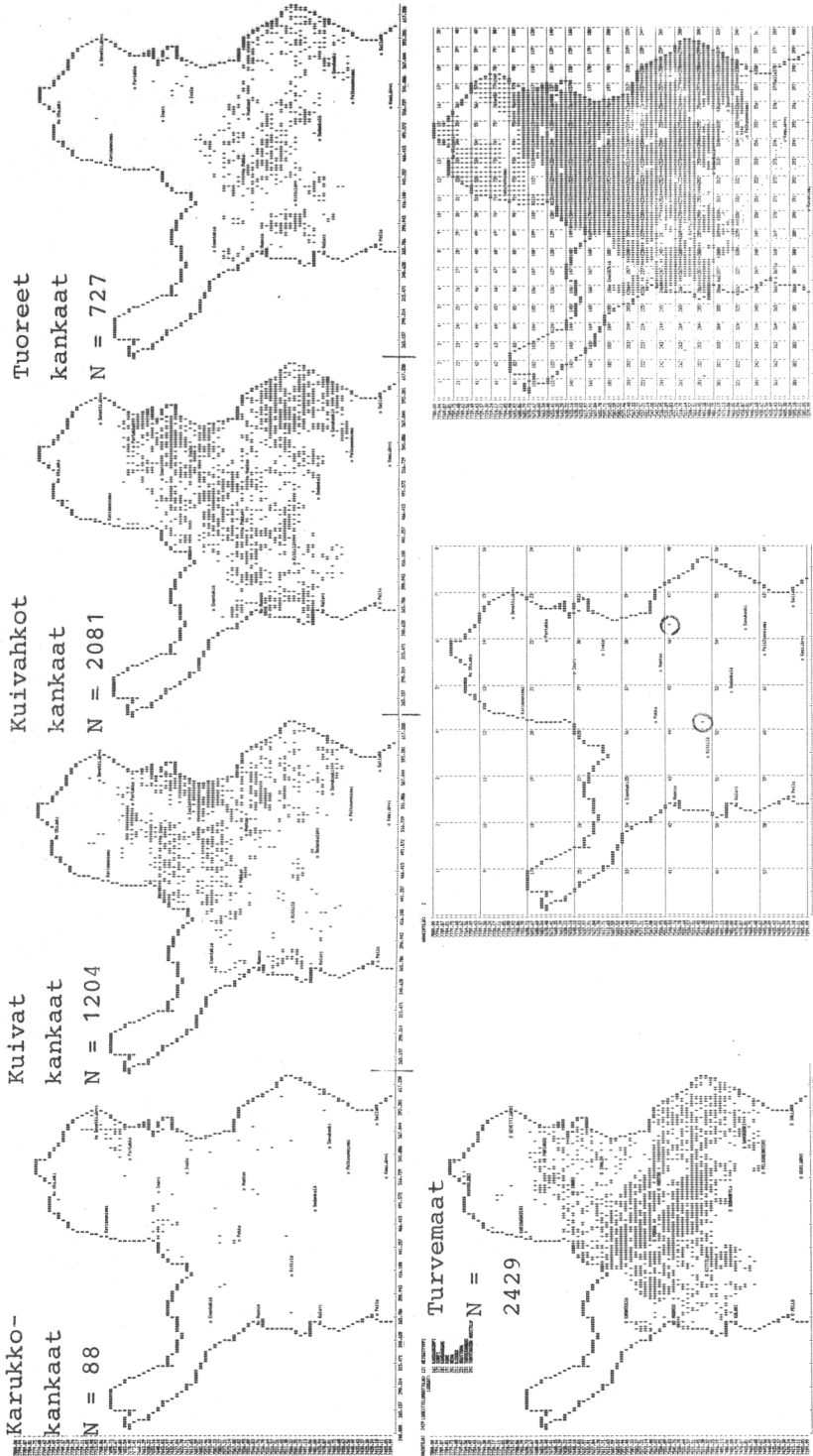
#### Yhteenveto

Raportissa luotiin lyhyt katsaus metsälliseen tietojenkäsittelyyn ja sen asettamiin vaatimuksiin. Tähän liittyen kuvattiin raportointiohjelma, jolla alueittaista tietoa voidaan esittää tietokonekartakkein. Käytännön metsätalouden keräämä kuvioittainen arviointitieto otettiin tarkastelun kohteeksi. Jotta kyseistä tietoa voitiin hyödyntää tietokoneella halutulla tavalla, muodostettiin kuvioittaisesta aineistosta pistekohtainen aineisto.

Raportointiohjelman ja pistekohtaisen aineiston synteessinä esitettiin menetelmä, jolla käytännön metsätalouden metsien kehitystä voidaan seurata tietokonekartakkein reaaliaikaisesti.

#### Kirjallisuus

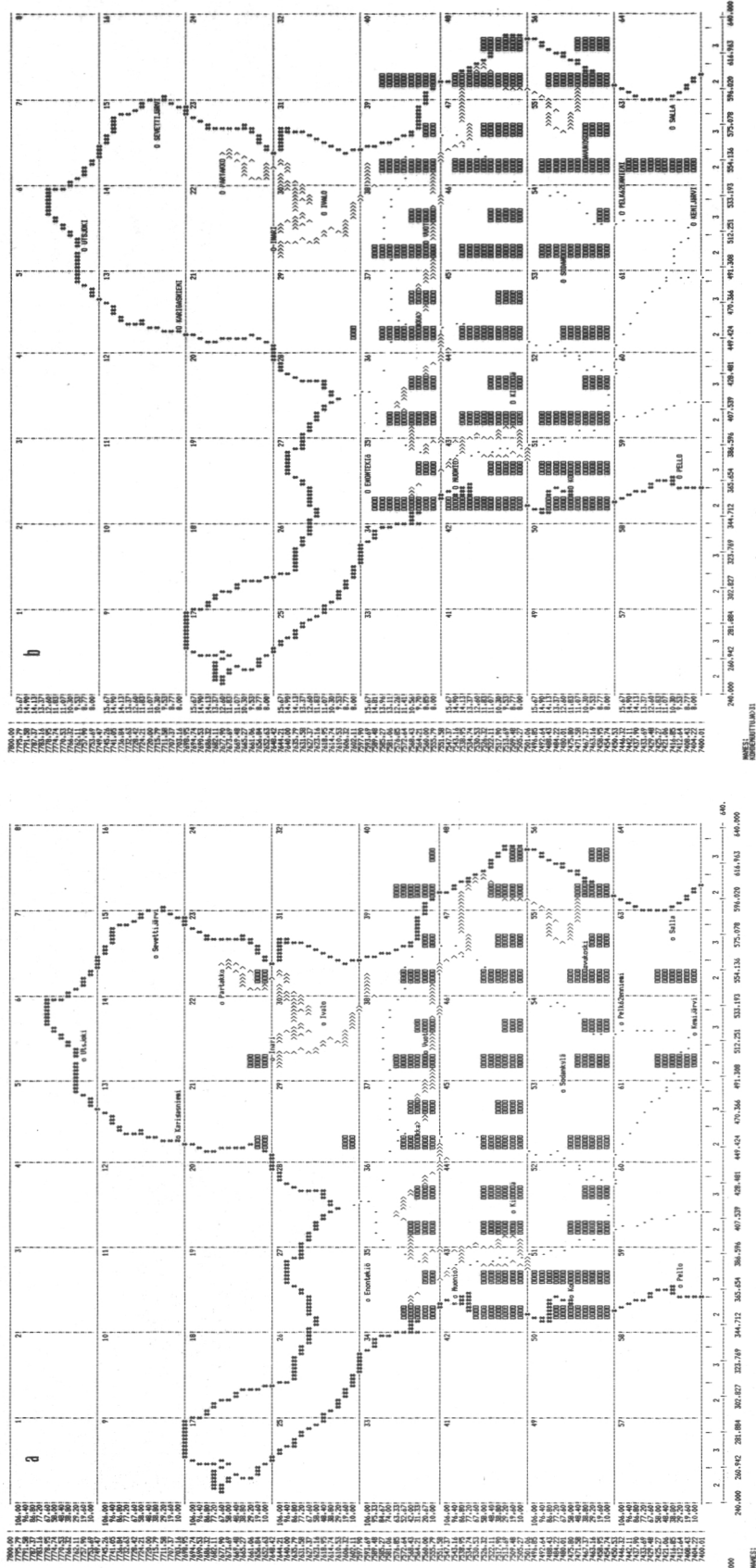
ILVESSALO, Y. 1965. Metsänarvioiminen. WSOY. Porvoo. Helsinki.



Liite 1. Esimerkkejä havaintojakaumakartakkeista. Yläriivi: tutkimusaineiston jakautuminen eräiden kasvupaikkaluokkien suhteen. Alariivi, vasemmalla: aineiston turvemaat. Keskellä: virrehavaintojen paljastaminen, 50 x 50 km:n ruudutus. Oikealla: koko aineisto, 20 x 20 km:n ruudutus.







Liite 3. Pääpuulajien männyn ja kuusen valtipituuden (a) ja keskuutiomäärän (b) alueittainen vaihtelu pylväsdiagrammakartakkein esitettynä. Valtapituuden vaihteluväli 8,00 - 15,67 15,67 m ja keskuutiomäärän vaihteluväli 10,00 - 106,00 m<sup>3</sup>/ha. Ruudun koko 50 x 50 km.

## ALUSTAVIA TULOKSIA TURVEMAIDEN JATKOLANNOITUKSESTA LAPISSA

Eero Paavilainen

Timo Penttilä

## Johdanto

Turvemaiden ravinnetaloutta selvittäneissä tutkimuksissa on todettu, että Etelä-Suomen ojitetuilla soilla puille käytävissä olevaa tyypeä on suursaraisilla ja sitä paremmilla kasvupaikoilla yleensä riittävästi. Tämän mukaisesti käytännön lannoitusohjeissa on ravinteisille turvemaille suositeltu ensimmäisessä lannoituksessa pääravinteista vain fosforin ja kaliumin antamista. Samaa ohjetta on sovellettu myös jatkolannoituksessa. Pääosin Etelä-Suomen kokeista kertynyttä tietoa on sovellettu myös Pohjois-Suomessa.

Karujen ilmasto-olojen vuoksi on kuitenkin pidetty todennäköisenä, että turpeen tyyden mobilisoituminen ojituksen jälkeen olisi Pohjois-Suomessa hitaampaa kuin vastaavilla eteläsuomalaisilla kasvupaikoilla. Tätä tukevat eräät tutkimustulokset, joiden mukaan Koillis-Lapissa - lähellä metsäojitustoiminnan pohjoisrajaa - pelkkä PK-lannoitus ei viljavallakaan kasvu- alustalla lisännyt puuston kasvua, vaan suurin kasvunlisäys saatiin NPK- ja NP-lannoituksella (Seppälä & Westman 1976). Paavilaisen & Simpasen (1975) sekä Paavilaisen (1978) tutkimusten mukaan tyyppi sen sijaan ei ollut puiden kasvua rajoittava minimitekijä ensimmäisellä lannoituskerralla Pohjanmaan, Kainuun ja Etelä-Lapin runsasravinteisilla rämeillä.

Osin ristiriitaiset tutkimustulokset ja yleensäkin puutteellinen tietämys Lapin lannoitettujen suometsien ravitsemustilasta antoivat aiheen perustaa vv. 1976 - 1977 jatkolannoituskokeiden sarjan Lapin käytännön ojitusalueille. Tässä esitelmässä tarkastellaan ensimmäisen mittauskerran antamia viitteitä Pohjois-Suomen runsasravinteisten rämeiden jatkolannoituksessa tarvittavista ravinteista ja saatavista kasvunlisäyksistä.

## Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksen kohteiksi valittiin 9 rämettä ja 3 korpea metsähallinnon Perä-Pohjolan piirikunnan käytännön ojitusalueilta, jotka olivat saaneet PK-peruslannoituksen 6 - 12 vuotta aiemmin. Jatkolannoitukset toteutettiin syksyllä 1976 ja keväällä 1977. Lannoitteina (kg/ha) näissä faktorikokeissa käytettiin oulunsalpietaria (N 98), raakafosfaattia (P 53), kalisuolaa (K 89) sekä näiden yhdistelmiä. Lisäksi osalla kokeista oli yhtenä koejäsenenä hivenlannoitus. Käytetty hivenseos sisälsi booria 2,5, kuparia 12,8, mangaania 5,5, sinkkiä 5,5, molybdeenia 1,4, rautaa 9,8, rikkiä 3,1 sekä pääravinteista ainakin kaliumia 7,1 kg/ha. Kokeiden sijainti selviää kuvasta 1 ja suotyyppi- sekä lähtöpuustotiedot taulukosta 1.

Taulukko 1. Lapin jatkolannoituskokeiden puusto- ja kasvupaikkatunnuksia kokeita perustettaessa.

Koe	Peruslann. vuosi	Puuston tilavuus m <sup>3</sup> /ha	suotyyppi	Neulasten ravinnepitoisuus		
				N %	P %	K %
1. Teuravuoma	1971	25	RhR mu	1,42	0,167	0,238
2. Suoloma-aapa	1964	15-40	PsR-SsR mu	1,46	0,252	0,566
3. Kätkävittikko	1968	20	LR mu	1,66	0,177	0,571
4. Näätäkumpu	1968	30	SsR mu	1,46	0,187	0,527
5. Näätävuoma	1965	40	SsR-RhR mu	1,61	0,164	0,518
6. Ropsajoki	1968	20	LR mu	1,40	0,171	0,528
7. Pykälä	1964	15-40	TR-RhR mu	1,44	0,196	0,413
8. Tainiaapa	1964	40	LR mu	1,27	0,144	0,435
9. Herva	1966	40	TR-SSR mu	1,44	0,182	0,483

Rämekokeista mitattiin vv. 1981 - 1982 viisi: Näätävuoma, Pykälä, Ropsajoki, Suoloma-aapa ja Teuravuoma. Tulosten laskenta on kesken, joten tässä tyydytään esittelemään tarkempia tuloksia esimerkiksi valitulta Näätävuoman kokeelta. Puuston tilavuuden ja kasvun laskennassa on käytetty Metsäntutkimus-

laitoksen matemaattisella osastolla kehitettyä KPL-ohjelmistoa. Kasvutulokset perustuvat jakson pituuskasvun ja vuotuisen sädekasvun perusteella laskettuun tilavuuskasvuun. Käsittelyjen välisten lähtöpuustoerojen aiheuttaman harhan poistamiseksi tehtiin kovarianssikorjaus, jossa kovariaattina käytettiin jatkolannoitusta edeltävän 5-vuotisjakson kasvua.

### Tulokset

Näätäväuoman koealue on 1930-luvulla ojitettua paksuturpeista suursararämettä, osin ruohorämettä. Paikoin esiintyy nevaisuutta ja rimpisyyttä. Täydennysojitus on tehty v. 1971 ja peruslannoitus v. 1965 (PK 500 kg/ha). Nykyinen puusto on varsin hyväkasvuista pinotavarakoon männikköä, jonka keskitilavuus on n.  $50 \text{ m}^3/\text{ha}$ , josta tukkipuun osuus on alle 10 %. Kontrollikoealojen vuotuinen tilavuuskasvu vaihteli tarkastelujakson aikana  $2,5 - 3 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Ojituksen teho on hyvä. Ennen jatkolannoitusta tehtyjen neulasanalyysien perusteella ei havaittu selvää puutetta mistään pääravinteesta, joskin fosforin lisäystä voitiin pitää suositeltavana (Paavilainen 1978). Eri-tyisesti typpitalous oli neulasanalyysin valossa hyvä.

Kovarianssikorjatut vuotuiset kasvunlisäykset sekä koko mittausjakson aikana saadut kasvunlisäykset selviävät kuvista 2 ja 3. Suurimmat kasvunlisäykset on saatu käsittelyillä K + Hi, N + Hi ja NPK. Kovarianssianalyysin mukaan tilastollisesti merkitseväksi päävaikutukseksi osoittautui vain hivenlannoitus. Yhdysvaikutuksista oli N x K x Hi merkitsevä kahtena viimeisenä vuonna, mutta tämän toisen asteen yhdysvaikutuksen tulkinta on ongelmallista. Joka tapauksessa voidaan sanoa, että hivenlannoitusta käyttäen saatiin tällä kokeella keskimäärin parempi tulos kuin pelkillä pääravinteilla.

Pääravinteiden lisäyksen vaikutus on ollut aluksi vähäinen, mutta ainakin NPK-lannoituksen vaikutus näyttää voimistuvan mittausjakson loppua kohti, samoin PK + hiven -lannoituksen.

Selitys tähän ilmiöön saattaa olla PK-peruslannoituksen vaikutus, jonka kesto ainakin "piilevänä" saattaa yltää jatkolannoitushetken yli. Tähän viittaavat myös lannoituksen jälkeen tehdyt kontrolliruutujen neulasanalyysit, joista näkyy lannoitushetkeen verrattuna selvä lasku niin N-, P- kuin K-pitoisuuksissa.

Peruslannoituksen vaikutus selittäisi myös osittain PK-jatkolannoituksen huonoa tehoa näinkin runsastyypillisellä kasvupaikalla. Koska peruslannoituksen vaikutusta ja sen kestoja ei voi tuloksista eritellä, saadaan asiaan varmistus vasta seuraavan mittauksen yhteydessä. Sen perustella voidaan tarkastella kontrollikoealojen kasvun kehitystä pitemmällä aikajänteellä ja tietysti myös jatkolannoitusvaikutuksen kestoja, josta ei tässä vaiheessa tiedetä mitään.

Hivenlannoituksen positiivinen vaikutus kokeesta laskettuna keskiarvona oli neljän vuoden aikana yhteensä  $1,05 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Vaikka luku ei ole suuri, osoittaa tuloksen merkitsevyys tarpeelliseksi selvittää yleisemminkin, onko ensimmäisen lannoituksen jälkeen jostakin hivenravinteesta tullut minimitekijä, joka vähentää myös pääravinnelannoituksen tehoa. Lähivuosina tähän saataneen selkoa suontutkimusosaston perustamien lukuisien hivenkokeiden tulosten valmistuessa.

Näätävuomalla käytetyn hivenseoksen vaikuttavan komponentin löytämiseksi on jo perusteilla uusi koe. Toistaiseksi on tämänkin kysymyksen osalta tyydyttävä neulasanalyysien antamiin vihjeisiin. V. 1980 analyysit osoittavat varsinkin boorin, mutta myös kuparin pitoisuuksien lisääntyneen hivenlannoituksen vaikutuksesta. Tästä ei kuitenkaan suoraan ole syytä tehdä sitä päätelmää, että nimenomaan nämä hivenaineet olisivat olleet minimitekijöitä ennen jatkolannoitusta.

## Tulosten tarkastelua

Esitellyn kokeen päätulokset ovat seuraavat: (1) hivenlannoituksella oli selvä, joskin pieni positiivinen vaikutus puuston kasvuun ja (2) pääravinteilla ei ollut selvää vaikutusta ainaakaan ensimmäisinä lannoituksen jälkeisinä vuosina. Kuitenkin viitteitä typen tarpeesta fosforin ja kaliumin lisäksi oli havaittavissa.

Tulokset eivät oikeuta yleistävien päätelmien tekoon, koska ne perustuvat hyvin suppeaan aineistoon. Koko koesarjan tulosten valmistuessa voidaan tässä esitettyjä käsityksiä joutua korjaamaan. Varsinkin hivenaineiden vaikutus saattaa osoittautua vain paikalliseksi ilmiöksi.

Selityksenä pääravinteiden ja erityisesti PK-lannoituksen odotettua heikompaan vaikutukseen saattaa olla PK-peruslannoituksen vaikutuksen jatkuminen vielä lannoitushetkellä. Useiden havaintojen mukaan (esim. Paavilainen 1979) PK-lannoituksen vaikutus voi kestää jopa 15 - 20 v. Viimeaikaisissa tutkimuksissa on kuitenkin saatu viitteitä typen tarpeellisuudesta jatkolannoituksessa myös suhteellisen rehevillä kasvupaikoilla (Moilanen 1982). Kun toisaalta tiedetään typpilannoituksen helposti lisäävän ns. kasvuhäiriöitä (esim. Paavilainen 1976, 1978, 1979, Moilanen 1982) on syytä odottaa typen tarpeellisuudesta vakuuttavia näyttöjä, ennen kuin sen käyttöä voidaan suositella. Lisäksi on muistettava, että typen käyttö lisää lannoituskustannuksia pelkkään PK-lannoitukseen verrattuna.

On todennäköistä, että kertaalleen lannoitettujen turvemaiden ravinnetila on jatkolannoitusvaiheeseen tultaessa siinä määrin muuttunut, ettei peruslannoitusta varten annettuja suosituksia ainakaan kaikissa tapauksissa ole syytä soveltaa suoraan. Mikäli osoittautuu, että jatkolannoituksessa joudutaan käyttämään muitakin ravinteita kuin fosforia ja kalia,



on mm. lannoitusinvestoinnin kannattavuuteen syytä kiinnittää entistä tarkempaa huomiota.

Aiempien tutkimusten perusteella tiedetään, että mm. ilmaston takia lannoitus on Etelä- ja Keski-Suomessa huomattavasti kannattavampaa kuin Lapissa (esim. Keltikangas & Seppälä 1973). Kuusela (1982) on kuitenkin puuntuotanto-ohjelmassaan 1980-luvulle ehdottanut myös turvemaiden lannoituksen huomattavaa lisäämistä Pohjois-Suomessa. Ainakin yhtiöiden ja metsähallinnon mailla tämä merkitsee käytännössä jatkolannoitusten toteuttamista jo kertaalleen lannoitetuilla ojitusalueilla. Se saattaakin olla perusteltua aluetaloudelliselta kannalta, mikäli näin pystytään merkittävästi lisäämään puuntuotantoa ja siten turvaamaan teollisuuden raakapuun saanti.

#### Kirjallisuus

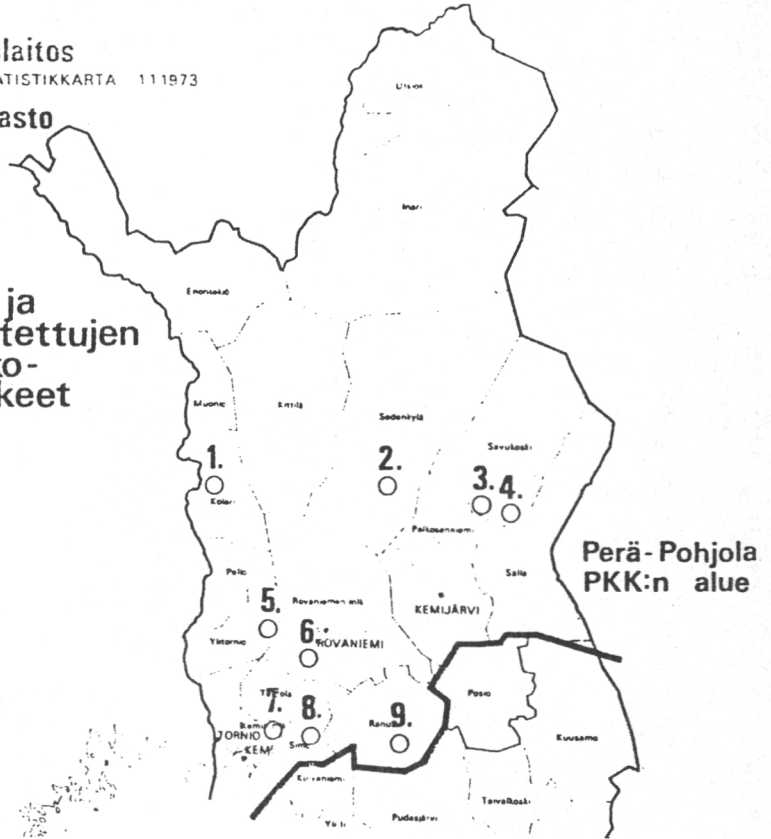
- KELTIKANGAS, M. & SEPPÄLÄ, K. 1973. Metsälannoituksen edullisuuden vaihtelu. *Silva Fenn.* 7(3).
- KUUSELA, K. 1982. Suomen puuntuotannon tavoiteohjelma 1980-luvulle. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 67.
- MOILANEN, M. 1982. Tuloksia lannoituksen vaikutuksesta vartuneen suomännikön kehitykseen Pohjois-Pohjanmaalla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 70.
- PAAVILAINEN, E. 1976. Typpilannoitus ohutturpeisilla piensararämeillä. *Folia For.* 272.
- PAAVILAINEN, E. 1978. PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. *Ennakkotuloksia. Folia For.* 343.
- PAAVILAINEN, E. & SIMPANEN, J. 1975. Tutkimuksia typpilannoituksen tarpeesta Pohjois-Suomen ojitetuilla rämeillä. Summary: Studies concerning the nitrogen fertilization requirements of drained pine swamps in North Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 86(4).
- SEPPÄLÄ, K. & WESTMAN, C. J. 1976. Results of some fertilization experiments in drained peatland forests in North-Eastern Finland. *Proc. of 5th Int. Peat Congr., Poznan, Poland 1976.*

**Metsäntutkimuslaitos**

TILASTOKARTTA STATISTIKKARTA 111973

**Suontutkimusosasto****Ojitettujen ja  
peruslannoitettujen  
soiden jatko-  
lannoituskokeet**

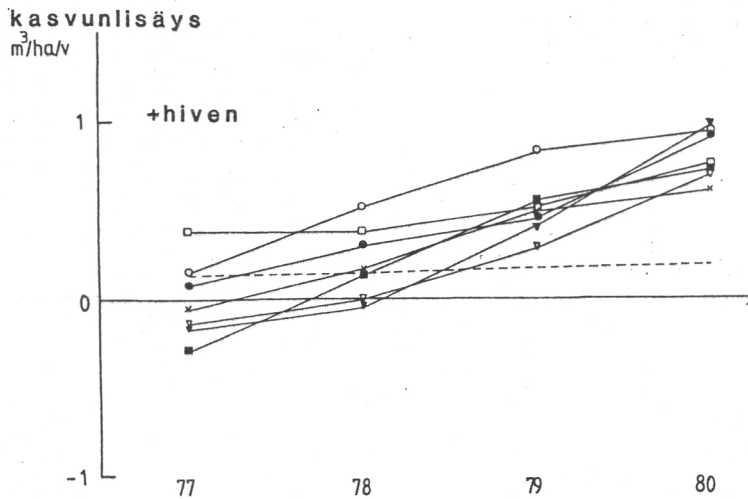
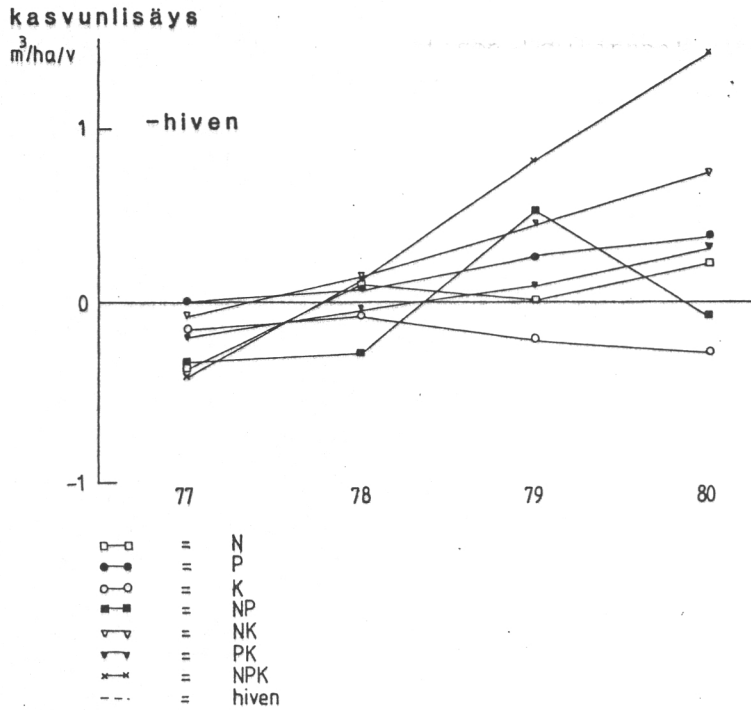
Räme ○



Kuva 1. Lapin jatkolannoituskokeiden sijainti.

- |                  |              |
|------------------|--------------|
| 1. Teuravuoma    | 6. Ropsajoki |
| 2. Suoloma-aapa  | 7. Pykälä    |
| 3. Kätkävittikko | 8. Tainiaapa |
| 4. Näätäkumpu    | 9. Herva     |
| 5. Näätävuoma    |              |

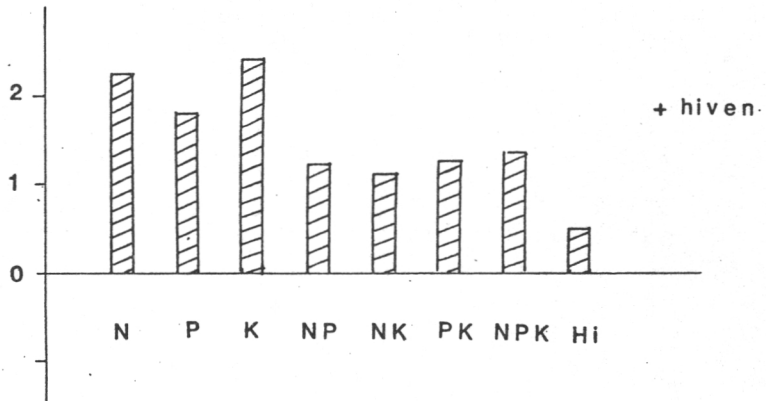
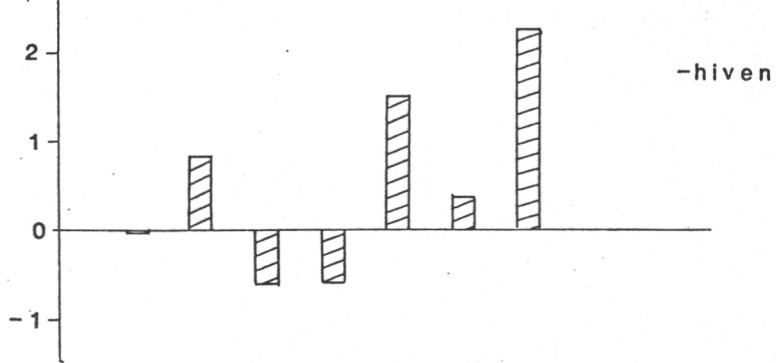
## NÄÄTÄVUOMA



Kuva 2. Vuotuinen kasvunlisäys Näätävuoiman kokeella 1977 - 1980. 0-taso = ei jatkolannoitusta. Jatkolannoitus lokakuussa 1976.

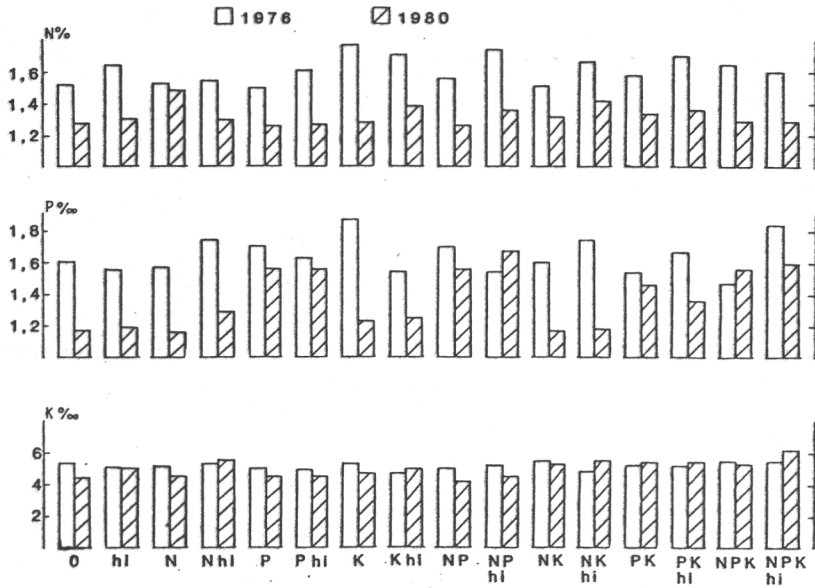
## NÄÄTÄVUOMA

kasvunlisäys

 $m^3/ha/v$ 

Kuva 3. Lannoituksen aiheuttama puuston kasvunlisäys Näätävuoman kokeella 4 vuoden aikana.

## NÄÄTÄVUOMAN NEULASANALYYSIT



Kuva 4. Neulasten pääravinnepitoisuus ennen jatko-lannoitusta (1976) ja mittaushetkellä (1980). Vaaka-akselilla lannoituskäsittely.

## MÄNNYN LUONTAINEN UUDISTAMINEN LAPISSA

Yrjö Norokorpi

## Johdanto

Männiköt uudistettiin Lapissa lähes yksinomaan luontaisesti aina 1950-luvulle asti, jolloin metsänviljely alkoi yleistyä. Ensin kylvö oli päämenetelmä, mutta vähitellen istutuksen osuus suureni. Siitä tuli miltei yksinomainen viljelytapa 1960- ja 1970-lukujen vaihteessa. Kylvön osuus lisääntyi jälleen viime vuosikymmenellä, kun vuoden 1972 siemensadosta kerättiin runsaat varastot. Vielä v. 1971 männyn luontaisen uudistamisen osuus oli kaksi kolmasosaa Lapin läänissä suoritetuista männyn uudistushakkuista. Vuonna 1981 sen osuus oli keskimäärin enää alle 30 % mukaan luettuna sekä valtion että yksityiset maat.

Viljelykustannusten voimakas kohoaminen, istutusten odotettua heikompi onnistuminen sekä sahapuun laatuongelmat ovat lisänneet kiinnostusta männyn luontaiseen uudistamiseen. Erityisesti koneellisten maankäsittelymenetelmien käyttöönotto on antanut rohkaisevia tuloksia. Vuonna 1981 vahvistetuissa sekä metsähallinnon että yksityismetsien käsittelyohjeissa suositellaan männyn luontaista uudistamista aina, kun siihen on riittävät edellytykset (Ohjekirje metsien... 1981, Pohjois-Suomen metsien... 1981). Edellytyksistä on kuitenkin vaihtelevia käsityksiä, minkä vuoksi tarvitaan tarkentavia tutkimustuloksia.

## Tutkimusaineisto ja -menetelmät

Metsänhoidon tutkimusosaston toimesta inventoitiin kesällä 1981 yhteensä 59 männyn siemenpuualaa metsähallinnon Perä-Pohjolan piirikunnan alueella (kuva 1). Alue jaettiin etelä- ja pohjoisosaan, joiden välinen raja vedettiin Savukosken, Sodankylän ja Kolarin kirkonkylien kautta. Tutkimus rajattiin koskemaan niitä siemenpuualoja, joiden maankäsittely oli tehty Etelä-Lapin



osalta vuosina 1965 - 1976 ja Pohjois-Lapin osalta vuosina 1961 - 1977 (Punkkinen 1982, Suoheimo 1982). Otanta suoritettiin arpomalla. Alojen koko vaihteli 3 ja 300 ha:n välillä (taulukko 1). Inventoinnissa käytettiin ryväsotantaa. Rypäseen kuului 25 kpl 10 m<sup>2</sup>:n suuruista ympyräkoealaa. Rypäitä mitattiin 1 - 3 kpl/ala pinta-alan mukaan.

Taulukko 1. Siemenpuualojen ja siemenpuiden tunnuslukuja.

	Etelä-Lappi		Pohjois-Lappi	
	$\bar{x}$	vaihteluväli	$\bar{x}$	vaihteluväli
Pinta-ala, ha	15	3 - 180	53	3 - 300
Korkeus, m	213	150 - 300	284	210 - 360
Lämpösumma, d.d.	809	740 - 900	671	560 - 770
Siemenpuut:				
- määrä, kpl/ha	52	5 - 135	65	10 - 205
- pituus, m	17	15 - 20	16	8 - 21
- ikä, v.	163	100 - 250	168	60 - 260

Etelä-Lapin alat sijaitsivat pääosin kuivahkolla kankaalla. Niiden osuus oli 77 %. Tuoretta kangasta oli 15 % ja kuivaa kangasta 8 % (taulukko 2). Maaston korkeus vaihteli 150 ja 300 metrin välillä sekä lämpösumma 740 ja 900 d.d:n välillä. Aurauksella oli käsitelty 70 %, lautasaurauksella 20 % ja laikutuksella 10 % aloista (taulukko 3). Siemenpuiden määrä oli pienimmillään 5 ja suurimmillaan 135 kpl/ha. Siemenpuiden keski-ikä oli 163 v. Vanhin puusto oli 250-vuotias.

Pohjois-Lapin aloista 83 % luokiteltiin kuivaksi ja 17 % kuivahkoksi kankaaksi (taulukko 2). Maaston korkeuden vaihteluväli oli 210 - 360 m ja lämpösumman 560 - 770 d.d. Lautasauralla oli käsitelty 59 % aloista. Aurauksen osuus oli 27 % ja laikutuksen 14 %. Siemenpuiden määrän vaihteluväli oli 10 - 205 kpl/ha. Keski-ikä oli 168 v. ja vaihteluväli 60 - 260 v.

Taulukko 2. Siemenpuualojen kasvupaikkatyyppien jakauma, %.

	Etelä-Lappi	Pohjois-Lappi	Yhteensä
Kuiva kangas	8	83	50
Kuivahko kangas	77	17	44
Tuore kangas	15	-	6
Yhteensä	100	100	100

- 95 % moreenimaita

- hienojen lajitteiden (<0,06) osuus keskimäärin 22 %

Taulukko 3. Siemenpuualojen maankäsittelymenetelmien jakauma, %.

	Auraus	Lautas- auraus	Laikutus	Yhteensä
Etelä-Lappi	70	20	10	100
Pohjois-Lappi	27	59	14	100
Yhteensä	49	39	12	100
Käsitellyn maan- pinnan osuus, %	44	21	15	

#### Taimettumisen onnistuminen

Etelä-Lapissa oli yli 10 cm:n pituisia männyn taimia keskimäärin 4 880 kpl/ha ja männyn taimiainesta (<10 cm) 3 500 kpl/ha (taulukko 4). Kuusen taimia ja taimiainesta oli yhteensä keskimäärin 1 300 kpl/ha. Yli 50 cm:n pituisia hieskoivun taimia oli 670 kpl/ha ja rauduskoivun taimia 180 kpl/ha.

Pohjois-Lapissa männyn taimia oli vähemmän, keskimäärin 1 790 kpl/ha. Männyn taimiainesta oli 3 340 kpl/ha eli suunnilleen yhtä paljon kuin Etelä-Lapissa. Kuusen taimia ja taimiainesta oli yhteensä 390 kpl/ha. Koivun taimia esiintyi 480 kpl/ha, josta rauduksen osuus oli vajaat 5 %.

Taulukko 4. Siemenpuualojen keskimääräiset taimi- ja taimi-ainesmäärät puulajeittain, kpl/ha.

	Etelä-Lappi			Pohjois-Lappi		
	Taimet	Taimi- aines	Yhteensä	Taimet	Taimi- aines	Yhteensä
Mänty	4 880	3 500	8 380	1 790	3 340	5 130
Kuusi	660	640	1 300	270	120	390
Raudus	180	2 160	2 340	20		
Hies	670	8 220	8 890	460	3 290	3 770
Muut	400	640	1 040	170	370	540
Yhteensä	6 790	15 160	21 950	2 710	7 120	9 830

Taimettumiseen vaikuttavat tekijät

Vuoden 1972 hyvän siemensadon merkitys ilmeni selvästi, sillä samana vuonna tai sitä ennen käsitellyillä aloilla oli taimia ja taimiainesta runsaasti, Etelä-Lapissa keskimäärin 12 000 kpl/ha. Nuoremmilla aloilla niitä oli alle 5 000 kpl/ha. Sama suhde ilmeni Pohjois-Lapissakin.

Taimiaineksen runsaus kaikilla aloilla osoittaa, että itävää siementä saadaan muulloinkin kuin hyvinä vuosina. Tätä ilmentää myös taimien ikäluokkajakauma. Alle kuusivuotiaiden männyn taimien osuus oli sekä Etelä- että Pohjois-Lapissa keskimäärin 71 %. Tosin ilmeisesti osa vuoden 1972 siemensadosta peräisin olevista taimista kuului tähän ikäluokkaan jälki-itämisen vuoksi.

Maankäsittely vaikutti olennaisesti taimettumiseen. Aurausaloilla 91 % taimista sijaitsi käsittelyjäljessä, erityisesti pientareella (taulukko 5). Lautasaurausalloilla vastaava osuus oli 51 %, mutta huomattava osa muista taimista sijaitsi muokausjäljen rajakohdassa.

Taulukko 5. Männyn taimien jakauma maanpinnan pienmuotojen mukaan, %.

Pienmuoto	Lautas- auraus	Auraus	Laikutus
Vako	35	27	-
Piennar	16	54	-
Palle	-	10	-
Laikku	-	-	65
Käsittelemätön	49	9	35
Yhteensä	100	100	100

Taimien määrä suureni käsitellyn maanpinnan osuuden lisääntyessä (kuva 2). Lautasaurauksella tuli keskimääräiseksi muokausjäljen osuudeksi 21 %, mikä riitti hyvään taimettumiseen. Auruksella käsiteltiin keskimäärin 44 % ja laikutuksella 15 % maanpinnasta.

Hienojen maalajitteiden lisääntyminen ja kivisyyden väheneminen paransivat selvästi taimettumista (kuva 3). Tämä johtui osittain siitä, että käsitellyn maanpinnan osuus suureni samalla. Toinen tärkeä tekijä on maanpinnan kosteuden lisääntyminen, mikä edistää siemenen itämistä ja estää sirkkataimien kuivumista. Kosteuden merkitystä ilmentää myös se, että humuskerroksen vahvetessa 8 cm:iin asti taimettumistulos parani suoraviivaisesti (kuva 4). Tämä korostui Pohjois-Lapin oloissa.

Taimiaineksen runsaus eri-ikäisissä maankäsittelyissä osoittaa, että alat pysyvät pitkään taimettumiskuntoisina. Pohjois-Lapin vanhimmilla, 20-vuotiailla aloilla oli alle 10 cm:n pituisia männyn taimia yli 2 000 kpl/ha ja Etelä-Lapin vanhimmilla, 14-vuotiailla aloilla noin 7 000 kpl/ha. Kasvipeitteen lisääntyminen voi tiettyyn rajaan asti parantaa muokkausjäljen taimettumista vähentämällä roustetta eli pintaroutaa ja tasoittamalla kosteusoloja.

Taimiaineksen määrä lisääntyi siemenpuuston tiheyden suure-  
tessa. Sen sijaan taimimäärässä ei ilmennyt selviä eroja  
(kuva 5). Reunametsä paransi selvästi taimettumista ainakin  
kahdensadan metrin etäisyydelle asti (kuva 6). Taimimäärä  
näytti kohoavan vähintään kolminkertaiseksi, kun etäisyys  
reunametsään väheni yli 200 metristä alle 100 metriin. Näin  
ollen inventointi aliarvioi taimettumistulosta, koska koeala-  
ryväs sijoitettiin alan keskiosiin. Vain 28 % rypäistä tuli  
alle 200 metrin ja 19 % alle 100 metrin etäisyydelle reuna-  
metsästä. Lähimmillään ryväs oli 40 metrin päässä reunamet-  
sästä.

Siemenpuiden keski-ikä nostessa taimettumistulos parani jonkin  
verran (kuva 7). Mitään yli-ikäisyyttä siementämisen suhteen  
ei ilmennyt 260 vuoden ikään mennessä. Mäntyjen siemenen tuot-  
tamisaika on siten varsin pitkä Pohjois-Suomessa, koska jo  
varttuneet taimet pystyvät tekemään käpyjä jonkin verran.

Taimien kunto ja yleisimmät tuhot

Pohjois-Lapissa 75 %:ssa ja Etelä-Lapissa 61 %:ssa elossa-  
olevista männyn taimista ei todettu tuhoja. Taimista luoki-  
teltiin erittäin heikkokuntoisiksi 6 % ja 10 %. Ne tulevat  
todennäköisesti kuolemaan muutamassa vuodessa. Lumikaristetta  
esiintyi yli puolella aloista. Se oli selvästi yleisin tuhon-  
aiheuttaja. Sitä todettiin keskimäärin 14 %:ssa elävistä tai-  
mista. Suurimmillaan lumikaristeen osuus oli 84 %.

Lumikaristesaastunta lisääntyi taimitiheyden suuretessa. Hyvin  
taimettuneilla aloilla se ei silti heikentänyt taimikon kehitys-  
kelpoisuutta. Sen lisäksi, että lumikariste tappoi taimia, se  
hidasti tainten kehitystä tuhoamalla neulastoa. Kokonaisuu-  
dessaan taimikoiden tuhot olivat kuitenkin suhteellisen lieviä.

## Tulosten tarkastelua

Männyn luontainen uudistaminen näyttää onnistuvan Lapin läänissä hyvin, mikäli alalla on edes kohtalainen männyn siemenpuusto tai reunametsä on riittävän lähellä ja tarpeellisista toimenpiteistä huolehditaan. Maanpinnan käsittely parantaa ja nopeuttaa olennaisesti taimettumista. Aikoinaan siemenpuualojen maata käsiteltiin melko harvoin ja käytössä olleen laikutuksen jälki saattoi jäädä kovin vähäiseksi. Luontaisten uudistusalojen maankäsittely yleistyi 1960-luvun loppupuolella, kun käyttöön otettiin auraus ja lautasauraus.

Siemenpuualojen kunnostamisen tehostuminen selittää ilmeisesti suurelta osin sen, että nyt saadut tulokset ovat selvästi aikaisempia parempia (vrt. Lehto 1969). Aiempiä tiheämpien siemenpuustojen käyttö lienee myös edistänyt uudistumista. Tämänkin tutkimuksen mukaan heikoimmin olivat taimettuneet ne alat, joilla oli kivikkoinen maa, vähänlaisesti siemenpuita, puutteellisesti suoritettu laikutus sekä jätetuustona huonokuntoisia kuusialoja. Myös laaja-alaisilla tai korkealla sijaitsevilla aloilla taimettuminen näytti hidastuneen olennaisesti.

Kaikilla auratuilla aloilla olisi riittänyt lautasauraus, jolloin olisi välttytty voimaperäisen maanmuokkauksen haittavaikutuksilta. Useimmilla laikutusaloilla taas lautasauraus tehokkaampana menetelmänä olisi ilmeisesti parantanut taimettumistulosta.

Kuitenkin ohuthumuksisilla mailla näyttäisi riittävän lautasaurauksella varovaisempi käsittely. Varsinkin sellaisilla mailla on paras taimettumiskohta paljastetussa kivennäismaassa humuskerroksen reunassa. Humus ja sammal lisäävät ja tasoittavat kosteusoloja suojaamalla tuulelta ja auringon paahteelta sekä pidättämällä vettä. Lisäksi humuksesta tiedetään liukenevan eräitä aineita, jotka edistävät itämistä. Siten sirkkataimien synty nopeutuu ja kehitys varmentuu. Useissa tutkimuksissa on

todettu juuri suotuisan kosteuden olevan ratkaisevan tärkeää taimettumisvaiheessa (esim. Lassila 1920, Oinonen 1958, Lehto 1969). Humuksen läheisyys parantaa myös kasvualustan ravinteisuutta ja helpottaa taimille elintärkeiden juurisienten kehittymistä.

Näillä perusteilla hyvä jälki saadaan laitteella, joka tekee kapeita, vaihtelevan levyisiä ja katkeilevia, kivennäismaahan ulottuvia viiruja muutaman kymmenen senttimetrin välein. Siten syntyy runsaasti sopivia taimettumiskohtia niin, ettei kivennäismaahan paljasteta laajoja yhtenäisiä kohtia.

Tähän tarkoitukseen suunniteltu laite työnimeltään ekoäes on ollut koekäytössä viime vuonna. Se on toiminut teknisesti hyvin. Ekoäes soveltuu käytettäväksi ainakin kuivilla ja kuivahkoilla kankailla, missä maa on suhteellisen hyvin vettä läpäisevää eikä heinittyminen haittaa taimettumista. Ekoäestyksen biologisiin etuihin kuuluu lisäksi se, että siemenpuiden juuret eivät pääse vaurioitumaan kuten kivennäismaahan tunkeutuvia raskaita muokkauskoneita käytettäessä. Siten mahdollistuu tiheidenkin siemenpuustojen käyttäminen.

Myös Tertin (1934) mukaan taimet säilyvät parhaimmin elossa laikkujen reunoilla ja siksi humuskerroksen poistaminen laajasti on haitallista. Myös Sirén (1958) pitää sopivimpana itämisalustana kivennäismaata, joka on paljastettu pieninä laikkuina tai viiruina. Kušnetsova (1959) suosittelee humuksen poistamista enintään 25 cm leveänä kaistana. Dekatovin (1961) mukaan luontaisessa uudistamisessa päästään hyvään tulokseen, kun käsitellyn maanpinnan osuus on vähintään 25 %. Hän ei kuitenkaan suositteleni syvää muokkausta edes tuoreille maille, vaan pitää riittävänä kuntan poistamista siten, että humuksen maatunut alimmainen kerros jää paikoilleen. Edellytyksenä on kuitenkin laikutuksen suorittaminen hyvänä siemenvuonna.



Siemenpuiden määrällä ei näyttänyt olevan kovin suurta vaikutusta taimimäärään. Sen sijaan taimiainesta syntyi runsaimmin tiheään siemenpuuston alle, joka kuitenkin hidastaa taimien kehitystä. Hagner (1961) ja Nordström (1967) suosittavat tiheää siemenpuustoa maanmuokkauksen yhteydessä, koska se edistää siemennystä, estää heinittymistä ja suojaa sirkkataimia kuivumiselta. Tässä tutkimuksessa todettiin, että runsas siemenpuusto vähensi lumikaristeen esiintymistä. Mahdollisesti se liittyy nopeampaan lumen sulamiseen, mikä hidastaa lumikaristeen leviämistä.

Siemenpuiden määrä on suositeltavaa valita nykyisten ohjeiden mukaisesti, eli sopiva vaihteluväli on 30 - 150 kpl/ha. Mitä enemmän puita jätetään sitä aikaisemmin ne on poistettava. Puiden laadun suhteen voidaan sallia nykyistä enemmän valinnan vapautta. Vielä varsin vanhatkin männyt pystyvät tuottamaan siementä, kunhan niillä on jonkin verran elävää latvustoa. Puiden pientä kokoa voidaan korvata määrällä.

Luontaisen uudistamisen suurimpana heikkoutena pidetään Lapissa pitkää uudistumisaikaa, koska hyvät siemenvuodet toistuvat harvoin. Nummisen (1982) tutkimukset kuitenkin osoittavat, että männyn siementä tulee ilmeisesti vuosittain jossain määrin aina metsänrajalle asti. Tämä tutkimuskin osoittaa, että taimimäärä lisääntyy vuosi vuodelta. Muokatun maan taimettumiskunto säilyy yli 10 vuotta vähitellen heiketen.

Pohjois-Lapissa näyttäisi kuluvan 1 - 6 vuotta riittävään siementymiseen niin, että uudistusalan taimettuminen vie aikaa enintään 10 vuotta nykyisillä menetelmillä. Etelä-Lapissa männyn siemenpuualan taimettuminen kestää selvästi vähemmän. Esimerkiksi Ylitorniolla v. 1979 perustetussa luontaisen uudistamisen kokeessa oli lautasaurausalalla kolmen kasvukauden jälkeen keskimäärin 13 800 tainta/ha (Herranen 1983). Tänä aikana ei sattunut edes yhtään hyvää siemenvuotta. Valtanen (1981) totesi laajaan aineistoon perustuen, että Suomussalmella männyn

taimettuminen vei aikaa 2 - 4 v. viime vuosikymmenen lopulla. Alue vastaa ilmastollisesti Ranuan, Rovaniemen ja Ylitornion seutua.

Tämän tutkimuksen tulos aliarvioi erityisesti Pohjois-Lapin osalta luontaisen uudistamisen mahdollisuuksia. Ryväsotannan koealat painottuivat suurien uudistusalojen keskiosiin, jonne reunametsän vaikutus ei enää ulottunut. Pienehköt siemenpuu- alat uudistuvat tuntuvasti paremmin kuin laajat alat. Riittävän pienet alat taimettuvat jopa ilman siemenpuitakin reunametsästä (vrt. Norokorpi 1982).

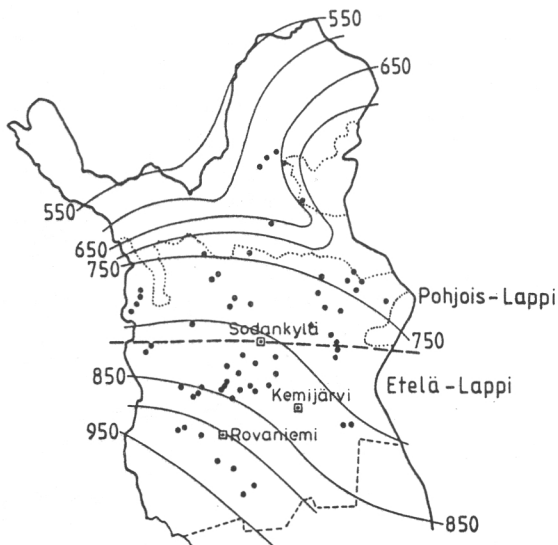
Hoidetuissa männiköissä voi Lehdon (1969) mukaan olla jo uudistushakkuuvaiheessa riittävästi taimia, jotka elpyvät hyvin vapauttamisen jälkeen (Vaartaja 1951). Erityisesti Pohjois-Lapin oloissa on suositeltavaa käyttää hakkuumenetelmiä, jotka mahdollistavat nykyistä siemenpuumenetelmää paremmin taimettumisen ja taimien kehityksen (vrt. Norokorpi 1982).

Männyn siemenpuumenetelmää käytetään etupäässä kuivilla tai ohutkunttaisilla kuivahkoilla kankailla. Viljavammilla mailla turvaudutaan useimmiten metsänviljelyyn. Tämä tutkimus osoittaa, että maan hienojen lajitteiden lisääntyessä ja humuskerroksen vahvetessa uudistamistulos paranee mäntykankailla. Se johtunee suotuisammista kosteusoloista. Valtasen (1981) mukaan tuoreetkin kankaat uudistuvat luontaisesti hyvin männylle Suomussalmella. Kaiken kaikkiaan on pääteltävissä, että metsiköt, joissa on riittävästi mäntyjä siemenpuustoksi, voidaan Lapin läänissä uudistaa luontaisesti käyttäen hyväksi sopivaa maankäsittelymenetelmää. Siten männyn luontaista uudistamista voidaan käyttää olennaisesti enemmän kuin nykyisin.

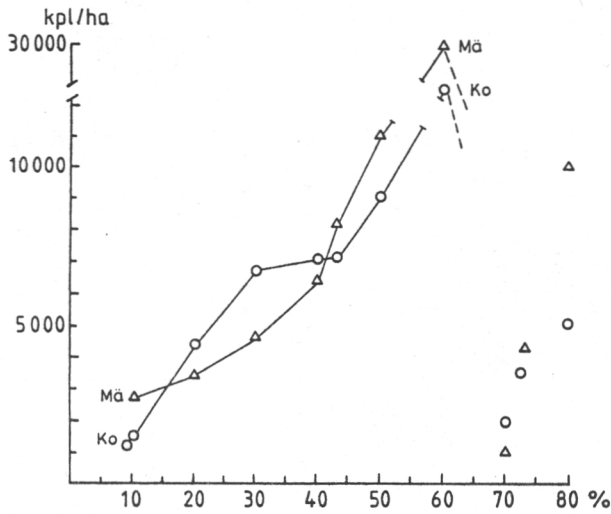
## Kirjallisuus

- DEKATOV, N. E. 1961. Uudistamisen edistäminen laikuttamalla (ven). Moskova - Leningrad. 278 s.
- HAGNER, S. 1961. Naturlig föryngring under skärm. Medd. Stat. Skogsf. Inst. 52(4).
- HERRANEN, T. 1983. Erilaisen muokkauksen vaikutus männyn luontaiseen uudistumiseen. Metsähallitus, kehittämisjaosto, koeselostus n:o 178:1-4, 11 liitettä.
- KUŠNETSOVA, A. J. 1959. Metsänuudistustekniikan kokeita Pohjois-Karjalan männiköissä (ven). Trudy Karelskogo Filiala Akademii Nauk Vyp XVI.
- LASSILA, I. T. 1920. Tutkimuksia mäntymetsien synnystä ja kehityksestä pohjoisen napapiirin pohjoispuolella. Acta For. Fenn. 14(3):1-95.
- LEHTO, J. 1969. Tutkimuksia männyn uudistumisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuspuumenetelmällä. Commun. Inst. For. Fenn. 67(4):1-140.
- NORDSTRÖM, L. 1967. Naturlig föryngring. Sveriges Skogsförb. Tidskr. 65(8).
- NOROKORPI, Y. 1982. Ekologiset erityispiirteet Pohjois-Lapin metsien uudistamisessa ja käsittelyssä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 77:14-23.
- NUMMINEN, E. 1982. Pohjois-Lapin metsäpuiden siementuotanto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 77:1-13.
- Ohjekirje metsien käsittelystä Perä-Pohjolan piirikunnassa. 1981. Metsähallitus. n:o Mh. 307:1-33.
- OINONEN, E. 1958. Suojametsäkysymyksestä. Lapin suojametsäaluetta koskevia tutkimuksia vuodelta 1957:21-27. Moniste. Metsäntutkimuslaitos.
- Pohjois-Suomen metsien käsittelyohjeet. 1981. Tapio n:o 3/1981: 9-20.
- PUNKKINEN, E. 1982. Männyn luontaisen uudistumisen onnistumisen muokatuilla mailla Etelä-Lapissa. Metsänhoitotieteen laudaturtyö. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. 76 s.

- SIRÉN, G. 1958. Lapin suojametsäkynnyksestä vv. 1957 - 1958. Lapin suojametsäaluetta koskevia tutkimuksia vuodelta 1957:41-109. Moniste. Metsäntutkimuslaitos.
- SUOHEIMO, J. 1982. Männyn luontainen uudistaminen siemen- ja suojuspuumenetelmällä Metsä-Lapissa. Metsänhoitotieteen laudaturtyö. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. 77 s.
- TERTTI (HERTZ), M. 1934. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Commun. Inst. For. Fenn. 20(2):1-98.
- VAARTAJA, O. 1951. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimitojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Acta For. Fenn. 59(3):1-133.
- VALTANEN, J. 1981. Männyn luontainen uudistuminen TTS-metsä-äkeellä muokatuilla siemenpuualoilla. Inventointi Suomussalmella 1981. Moniste. Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema.



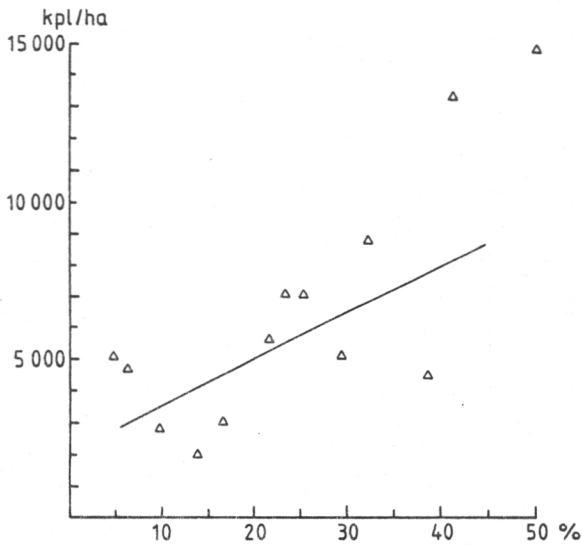
Kuva 1. Männyn siemenpuualojen sijainti ja keskimääräiset lämpösummakäyrät vv. 1941 - 1970.



Kuva 2. Männyn ( $\Delta$ ) ja koivun ( $\circ$ ) taimimäärän riippuvuus käsitellyn maanpinnan osuudesta.

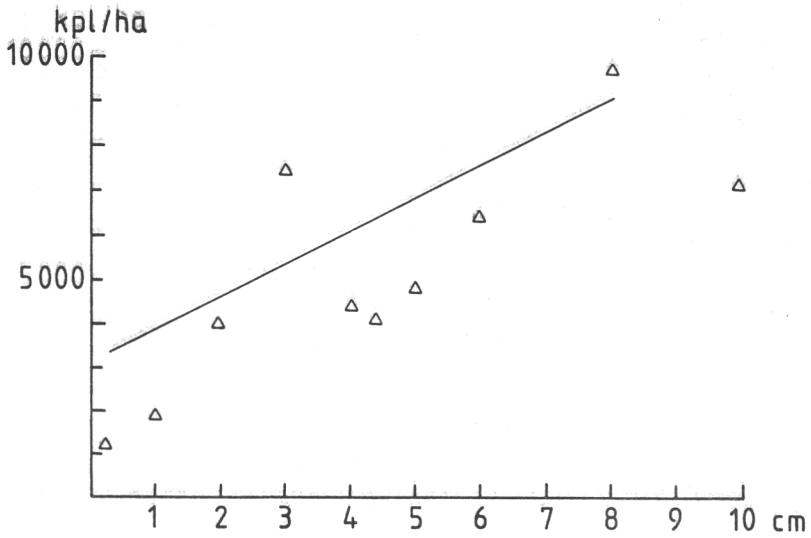
Mänty:  $r = 0,42^{***}$

Koivu:  $r = 0,47^{***}$

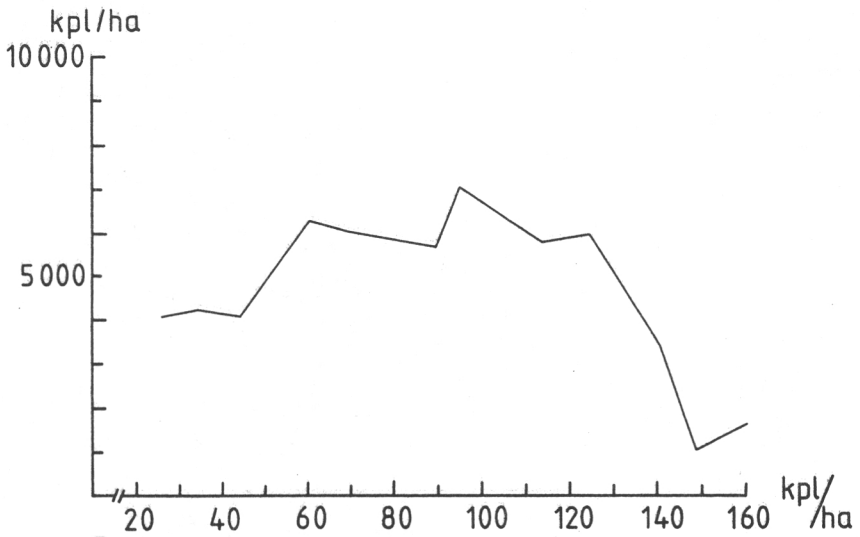


Kuva 3. Männyn taimimäärän riippuvuus hienojen maalaajitteiden ( $<0,06$  mm) osuudesta.

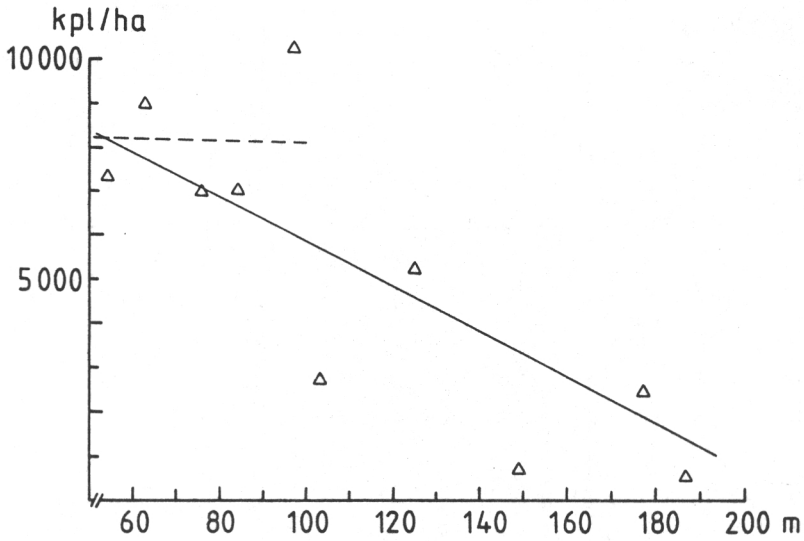
$r = 0,21^*$



Kuva 4. Männyn taimimäärän riippuvuus humuksen paksuudesta.  
 $r = 0,17^{\circ}$

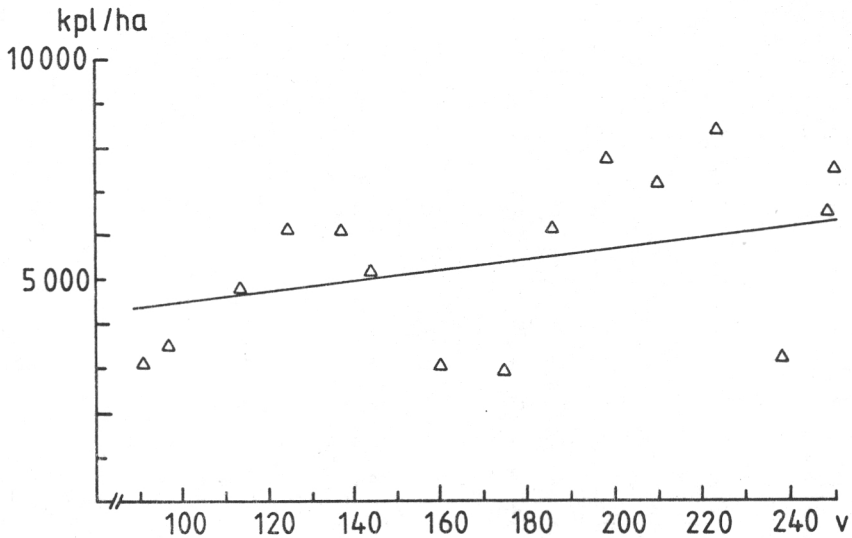


Kuva 5. Männyn taimimäärän riippuvuus siemenpuuston tiheydestä.



Kuva 6. Männyn taimimäärän riippuvuus reunametsän etäisyydestä siemenpuualoilla.

$$r = 0.32^*$$



Kuva 7. Männyn taimimäärän riippuvuus siemenpuuston iästä.

$$r = 0,07$$



## TAIMIKOIDEN KUNTO YLISPUIDEN POISTON JÄLKEEN

Pentti Roiko-Jokela

## Ylispuustojen määrä

Lapin metsien laajat uudistushakkuut, siemen- ja suojuspuumenetelmien suosiminen sekä ilman ihmisen toimenpiteitä tapahtuva uudistuminen ovat johtaneet siihen, että ylispuustoja on runsaasti. Tilanteeseen on vaikuttanut osittain se, ettei ylispuustoja ole poistettu aikanaan niiden syntymisen edellyttämässä tahdissa. Toisaalta puusukupolvenvaihdos luontaisessa uudistamisessa on tapahtunut odotettua hitaammin.

Ylispuustojen määrä oli suurimmillaan Lapissa 1970-luvun puolivälissä. Perä-Pohjolan piirikunnan alueella niitä oli silloin noin 300 000 ha. Kokonaisalue on kuitenkin nyt pienentynyt alle 200 000 hehtaarin. Tähän arvioon, joka koskee pelkästään Lapissa olevia valtion maita, sisältyvät kaikki siemen- ja suojuspuustot sekä muut ylispuualat. Yksityismailla luontaista uudistamista pyritään käyttämään aina, kun siihen on riittävät edellytykset. Tästä syystä luontaisen uudistamisen osuus on ollut noin puolet uudistuspin-ta-alasta, vaikka vuosittainen vaihtelu onkin suurta.

## Kokemuksia luontaisesta uudistamisesta

Luontaisesta uudistamisesta tehdyt biologiset kokeet ovat kaikki osoittaneet ylispuiden poiston välttämättömyyden mahdollisimman varhaisessa vaiheessa eli silloin kun alue on riittävästi taimettunut ja tyydyttävän uuden metsän kehittyminen on todennäköistä. Taimikon koon kasvaessa ylispuut haittaavat varjostuksellaan ja etenkin juuristokilpailullaan yhä voimakkaammin taimien kehitystä.

Varsinkin tiettömillä syrjäseuduilla on vaikea ajoittaa ylispuiden poisto biologis-metsänhoidollisesti oikeaan ajankohtaan. Aikajänne on hyvin lyhyt, jolloin taimikko vakiintuu ja ylittää optimivaiheen. Ongelma on tyypillinen suurmetsätaloudessa, jossa alueet hoidetaan tietyn vuosirytmien mukaan. Perustellusti kysytään, mitkä ovat viiveen aiheuttamat seuraukset. Arviota vaikeuttaa olennaisesti se, että ylispuita poistettaessa aiheutetaan taimikolle vahinkoa ja vahingon suuruus lisääntyy taimikon kasvaessa. Puunkorjuun koneellistuttua ja käytettäessä nykyisiä korjuumenetelmiä ei tutkimuksiin perustuvaa tietoa ole kovin runsaasti käytettävissä.

#### Tutkimustehtävä ja -vaiheet

Koska ylispuustoja on vielä paljon ja koska siemen- ja suojukspuumenetelmää todennäköisesti vastaisuudessakin tullaan Lapissa käyttämään suhteellisen runsaasti, mäntytaimikoiden kunnon tutkiminen katsottiin tarpeelliseksi seuraavilta osin:

- kuinka suurelle osalle taimista vaurioita syntyy,
- miten taimikon tiheys ja keskipituus vaikuttavat vaurioiden määrään,
- miten talviolosuhteissa hakkuuajankohdan ilman lämpötila ja lumen vahvuus vaikuttavat vaurioiden määrään,
- miten kasvamaan jätetyt vauriotaimet jatkossa kehittyvät.

Tutkimus käynnistyi Perä-Pohjolan piirikunnan alueella hankintakauden 1975/76 ylispuuleimikoissa, joita käytettiin tutkimusaineiston otantakehikkona. Ylispuiden poiston jälkeen hakkuu- ja korjuuvauriot selvitettiin, ja taimikot harvennettiin. Viiden vuoden kuluttua 1980/81 suoritettiin taimikon ja erityisesti vauriotaimien kunnon tarkastus. Tulokset ovat osa tutkimuksen loppuraporttia.

## Taimikot ennen ylispuiden poistoa

Taimikoiden tiheys ennen ylispuiden poistoa oli keskimäärin yli 4 000 tainta/ha. Määrä on varsin hyvä, kun otetaan huomioon, että valtaosa alle 10 cm:n taimista ei ole luvussa mukana. Vaihtelu oli huomattavan suuri: 350 - 18 750 tainta/ha. Tästä johtuen keskihajonta oli yli 3 000 kpl/ha.

Kaikki taimikot eivät olleet ennen ylispuiden poistoa riittävän tiheitä puhumattakaan reservistä, jota tarvitaan hakkuu- ja korjuuvaurioiden vuoksi. Heikosti taimettuneiden alojen prosenttiosuus koko aineistossa oli eri tiheysvaatimuksilla seuraava: taimia alle 1 000 kpl/ha 8 %, alle 1 500 kpl/ha 17 % ja alle 2 000 kpl/ha 25 %.

Harvimmat taimikot kasvoivat EMT-kankailla. Ylispuita näillä alueilla oli harvassa noin 20 - 50 runkoa hehtaaria kohti. Pääosa taimista oli varsin kookkaita, joten mahdollinen taimi-aines tuskin pystyy tiheyttä merkittävästi lisäämään.

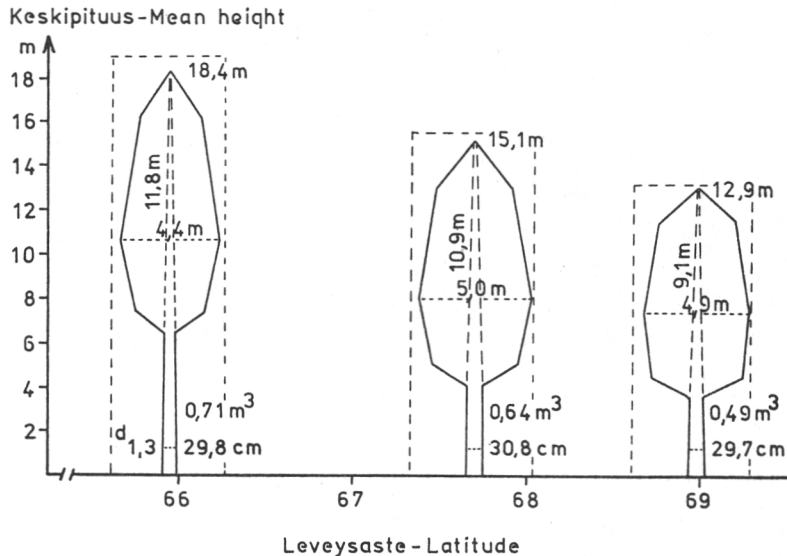
Taimikoiden keskipituus koko aineistossa oli 1,8 m. Vaihteluväli oli 0,5 - 4,7 m ja keskihajonta 1,0 m. Taimien pituudet vaihtelivat suuresti jopa yksittäisillä koealoilla. Vaihtelu yleistyi ja voimistui pohjoiseen päin mentäessä. Taimikoiden kunto oli luonnontuhojen kannalta yleisesti hyvä. Vain Kittilän hoitoalueen Loukisen leimikossa männyn lumikariste (Phacidium infestans) oli tuhonnut mainittavasti alle puolen metrin pituisia taimia. Selvää ylispuustosta johtuvaa taantumista oli paikoin havaittavissa varttuneissa taimikoissa.

## Ylispuut

Ylispuiden tiheys vaihteli 20 - 120 runkoa/ha. Keskimääräinen tiheys kasvoi pohjoiseen päin mentäessä. Eteläisellä Ranuan alueella ylispuita oli noin 40 kpl/ha, keskialueella noin 50 kpl/ha ja pohjoisella Inarin alueella noin 90 kpl/ha. Luku-

sarja tukee käsitystä pohjoisten alueiden runsaammasta siemenpuuosuudesta ja ennen kaikkea tarpeesta kompensoida luontaisen uudistamisen vaikeuksia suuremmalla siemen- ja suojuspuiden määrällä.

Ylispuiden pituuden ja runkopuun kuutiotilavuuden pieneneminen on johdonmukaista pohjoiseen päin siirryttäessä. Sen sijaan latvus suhteellisesti kasvaa. Koska ylispuun kaadon aiheuttaman vaurioalan (A) suuruuteen vaikuttavat puun pituus ja sen latvuksen koko, ei vaurioala pienene samassa suhteessa kuin ylispuiden runkomitat (kuva 1).

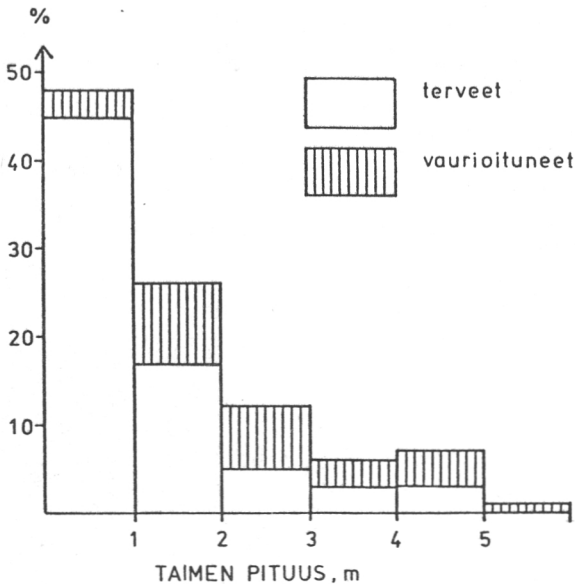


Kuva 1. Ylispuiden mitat ja niistä riippuva vaurioala (A).

Jos koko leimikon vaurioala lasketaan ilman kuljetuksen edellyttämää ajouraverkostoa ja ylispuiden kaadon mahdollista päällekkäisyyttä tai ristikkäisyyttä, vaurioalan osuus on noin 45 %. Eteläisellä alueella se on 40 % ja pohjoisessa yli 60 %.

## Hakkuuvauriot

Hakkuuvauriot analysoitiin koealoilta, jotka rajattiin ylispuun koon mukaan. Taimia vaurioitui koealalla keskimäärin 27 %. Mitä suurempi taimikon alkutiheys oli, sitä enemmän taimia tuhoutui. Vaurioiden suhteellinen osuus pysyi kuitenkin suuruusluokaltaan samana.



Kuva 2. Taimien pituusjakauma ositettuna terveisiin ja vaurioituneisiin taimiin.

Pisimmät ja samalla parhaat taimet kärsivät eniten ylispuiden hakkuusta (kuva 2). Yksinkertaistettuna voidaan sanoa, että mitä pitempää taimikko oli, sitä runsaammin vaurioita syntyi. Yli 5 m:n taimista kaikki olivat vioittuneita. Taimikon keskipituus osoittautui monimuuttuja-analyysissä tärkeäksi vaurioita selittäväksi tekijäksi. Yhdessä taimikon alkuperäisen tiheyden kanssa sen selitysosuus oli 56 %.

Taimikon vaurioitumiseen vaikuttavat myös hakkuuolosuhteet: lumen vahvuus ja ilman lämpötila. Paksu lumi vähentää varsinkin pienten taimien tuhoutumista. Kovalla pakkasella syntyy vaurioita enemmän kuin lauhalla säällä.

Kaikkien mukana olleiden tekijöiden merkitys tutkittiin vaurioiden määrään nähden. Tavoitteeksi asetettiin käytännön päätöksentekoon soveltuva ratkaisu. Ennen hakkuuta mitatun taimikon tiheyden ( $E$ , kpl/ha), keskipituuden ( $P$ , cm), hakkuuajan ilman lämpötilan ( $L$ , °C) ja lumen vahvuuden ( $S$ , cm) avulla voidaan tietyin rajoituksin ennustaa taimikon vaurioituminen talviolosuhteissa. Yksinkertaiselle laskimelle soveltuva vauriotaimien määrän ( $V$ , kpl/ha) ennusteyhtälö on Lapin keskimääräisiin olosuhteisiin seuraava:

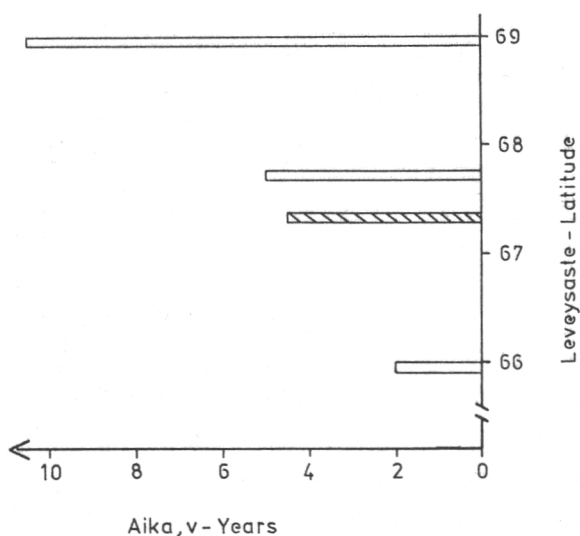
$$V = 0,272 \times E + 4,81 \times P - 10,2 \times L - 9,2 \times S - 414 \quad (1)$$

Yhtälön käyttö rajataan arvoille:  $0 \leq V \leq E$ . Yhtälön antamat negatiiviset arvot tulkitaan siten, että vaurioita ei lainkaan synny. Alkuperäisen taimitiheyden ylitys merkitsee taas jokaisen taimen vaurioitumista. Näin saadaan eräs tärkeä tekijä pääteltäessä taimettumisen riittävyttä, sillä taimitiheyden minimivaatimusten ylittävä reservi on luontaisessa uudistumisessa aina oltava.

Ylispuuhakkuun jälkeen koealat käsiteltiin taimikonhoitoohjeiden mukaan. Taimiryhmät harvennettiin ja näin päädyttiin lopulliseen jääväan puustoon. Jätettävät taimet rekisteröitiin pysyvästi ja analysoitiin, koska 31 % oli niistä vielä vaurioituneita. Vaurioista 65 % oli oksan katkeamia, 18 % latvavaurioita ja 17 % repeämiä. Yleensä repeämien osuus lisääntyi lämpötilan kohotessa, pakkasella sen sijaan oksavikaisuus suuren.

### Keskipituuden aleneminen taimikossa

Ylispuiden hakkuussa tuhoutui etenkin kookkaita hyviä taimia, jotka olisi muutoin jätetty kasvamaan. Kun nämä taimet oli maastossa eritelty omaksi ryhmäkseen ja pituudet mitattu, oli keskipituuden aleneminen laskettavissa. Viiden vuoden keskimääräisen pituuskasvun perusteella selvitetttiin keskipituuden alenemisesta aiheutuva ajallinen taantuma (kuva 3).



Kuva 3. Keskipituuden alenemisesta aiheutuva ajallinen taantuma vaurioalalla.

Eteläisellä Ranuan alueella taimikon keskipituuden aleneminen oli vähäisin ja pituuskasvu nopeinta, joten ajallinen menetys on noin kaksi vuotta. Merkittävästi huonompi tilanne oli pohjoisessa Inarin alueella, missä kuluu noin 10 vuotta, ennen kuin vaurioalueiden taimet saavuttavat hakkuuta edeltäneen keskipituuden. Suuri taantuma johtunee ennen kaikkea siitä, että taimikoiden ikä- ja pituusrakenne ovat sangen vaihtelevia. Hitaan kasvun osuutta pitkään palautumisaikaan on pidettävä kuitenkin Pohjois-Lapin metsien luonnollisena piirteenä.



Taimikon kunto viiden vuoden kuluttua hakkuusta

Ylispuuhakkuut ajoittuivat talvikaudelle 1975/76. Taimikon vaurioituminen ylispuiden osalta kohdistui tuohon ajanjaksoon. Noin 30 % koealoille jätetyistä taimista jäi tavalla tai toisella vaurioituneiksi. Viiden vuoden kuluttua 1980/81 taimikoiden tila oli muuttunut siten, että yli 5 % taimista oli kuollut vaurioihin ja noin 15 % oli harvennettu - etupäässä heikoimmasta päästä - käytännön taimikon hoidon yhteydessä. Tästä syystä taimien seuranta jäi osin puutteelliseksi. Kehityskelpoista ainesta oli yli 75 % ja lopuilla oli edelleen suuria selviytymisvaikeuksia. Jos oletetaan, että malliharvennus kokeen alkuvaiheessa oli liian lievä, voidaan tarkastelu keskittää vielä nyt elossa oleviin taimiin. Näistä taimista lähes 90 % oli täysin terveitä, tekniseltä laadultaan ja latvuksen muodoltaan normaaleja. Sairaita taimia oli merkittävämmmin vain Inarin alueella.

Ankarimmin ylispuiden poisto vaikutti kasvamaan jätetyn taimikon pituuskehitykseen. Latvavaurioista syntynyt kasvuhäiriö eteni useissa tapauksissa vielä alemmaksi aiheuttaen lisääntyvää pituuden taantumaa. Pituuskasvun jälkeensäjäneisyys oli selvä, vaikka ilmastolliset erot otettaisiinkin tarkastelussa huomioon. Ylispuiden poistosta aiheutunut eräänlainen shokki ja latvusvauriot vähensivät pituuskasvua kolmanneksen. Vuosina 1971 - 1975 tutkimuspuiden keskimääräinen pituuskasvu oli 16 cm/v. ja v. 1976 - 1980 vain 10 cm/v. Tämä merkitsee edellä esitettyyn taimikon keskipituuden taantumaan 2 - 3 vuoden lisäystä ylispuiden kaadon aiheuttamalla vaurioalalla eli yhteensä noin 7 vuotta.

Vauriot leimikossa

Siirryttäessä leimikon vauriotarkasteluun epävarmuustekijät kasvavat, koska leimikot ja niillä tehty työ vaihtelevat väljissä rajoissa. Keskeinen leimikkokohtainen tekijä on ylis-

puiden määrä. Samalla kun ylispuut lisääntyvät, lisääntyy myös kaatojen ristikkäisyys ja kaadot ajouralle, jotka aiheuttavat hehtaarikohtaiseen vaurioalaan selvän korjauksen (R). Tässä tutkimuksessa osuus oli noin 10 %.

Hakkuussa vaurioituneiden taimien määrä (H, kpl/ha) on lasketavissa hehtaarikohtaisena leimikolle ylispuiden määrän (Y, kpl/ha), ylispuiden keskimääräisen vaurioalan (A, m<sup>2</sup>) ja sille arvioidun taimien vauriomäärän (V) avulla:

$$H = R \times Y \times A / 10\,000 \times V, \text{ jossa} \quad (2)$$

R = korjauskerroin, jolla otetaan huomioon limittäisyys kaato- vaurioissa ym.; tässä 0,9

V = V (taimikon tiheys, keskipituus, hakkuuajan lämpötila, lumen vahvuus); vauriotaimien määrän ennuste yhtälön (1) mukaan.

Ylispuiden kuljetusvauriot olivat suoraan verrannollisia käytettyyn palstatiheyteen. Taimien tuhoutuminen ajourilla oli käytännöllisesti katsoen totaalista. Kuljetusvaurioiden osuus (K, kpl/ha) voidaan laskea alkuperäisen taimikon tiheyden (E, kpl/ha), palstatien keskileveyden (T, m) ja palstatiemäärän (M, m/ha) avulla:

$$K = E \times T \times M / 10\,000 \quad (3)$$

Hakkuu ja kuljetusvauriot yhdistämällä saadaan arvio jäljelle jääneistä terveistä taimista (J, kpl/ha):

$$J = E - H - K \quad (4)$$

Edellä esitetyn perusteella on arvioitavissa taimikon tila ylispuuhakkuun jälkeen. Taimireservin on oltava tavoitteellisia ohjearvoja suurempi, koska taimikko joudutaan melkein poikkeuksetta käsittelemään ryhmittäisyyden vuoksi. Keskimääräi-

määräisissä olosuhteissa tämä merkitsee jopa 40 % ylitystä taimikoiden ohjetiheYTEEN. Harkinnanvaraiseksi jää mikä osuus vaurioista katsotaan niin lieväksi, ettei sillä ole käytännön merkitystä.

#### Tarkastelua

Luontainen uudistaminen on käyttökelpoinen, mutta samalla vaativa uudistamistapa. Onnistunut ylispuiden poisto luodaan jo siinä vaiheessa, kun luontaiseen uudistamiseen tähtäävä leimaus tehdään. Ammattitaitoa olisi jatkuvasti hiottava oikeaoppisen siemen- ja suojuspuuasennon tekemiseen.

Taimikon tuhoutuminen ylispuiden poiston yhteydessä ei ole välttämättä mikään luonnonlaki. Työmenetelmät ja korjuukalusto on sovitettava olosuhteiden mukaan. Suunnattu kaato on tärkein keino vaurioiden välttämiseksi. Ajouraväli on pidettävä 30-metrisenä. Muutoin taimikko saadaan helposti vajaa-puustoiseksi jopa vajaatuottoiseksi.

Oikea-aikainen ylispuiden korjuu tulisi suorittaa talvella, jolloin lumi suojaa taimia. Työtä ei sovi kuitenkaan tehdä pakkasella (alle  $-15^{\circ}\text{C}$ ). Jos ylispuut poistetaan ajoissa - heti taimikon vakiinnuttua - niin taimia vaurioituu vähiten.

#### Kirjallisuus

- KYTTÄLÄ, T. 1980. Puuston vaurioituminen harvennushakkuissa.  
- Kirjallisuustarkastelu. Folia For. 431:1-20.
- LEHTO, J. 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuspuumenetelmällä. Commun. Inst. For. Fenn. 67.4.
- SARVAS, R. 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien luontaisesta uudistamisesta. Commun. Inst. For. Fenn. 38.1.

- SIRÉN, M. 1981. Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa. *Folia For.* 474:1-23.
- " 1982. Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa kuormainprosessorilla. *Folia For.* 528:1-16.
- TESSLUND, O. 1976. Tutkimuksia kookkaan kuusitaimiston vaurioitumisesta ylispuiden poistossa. Helsingin yliopiston metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 33.
- VAARTAJA, O. 1951. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. *Acta For. Fenn.* 59.3.
- VALTANEN, J. 1972. Laikutettujen siemenpuuasentojen inventointituloksia Kainuusta ja Pohjois-Pohjanmaalta v. 1971. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 2.

## METSÄMAAN LÄMPÖTALOUS POHJOIS-SUOMESSA

Aulis Ritari

### Johdanto

Biologinen tuotanto on Pohjois-Suomen olosuhteissa voimakkaasti sidoksissa ilmastotekijöihin ja niiden lyhyen ja pitkän aikavälin vaihteluihin. Kehitysasteestaan riippuen kasvit elävät ajoittain esimerkiksi ympäristön lämpötilan suhteen ekologisen amplitudinsa äärialueilla. Vuoden keskilämpötilan muuttuminen huonompaan, so. kylmempään suuntaan yhden asteen verran vaikuttaa täällä kasvi- ja eliömaailmaan voimakkaammin kuin sama muutos samoihin lajeihin etelämpänä suotuisammissa olosuhteissa. Kasvillisuus on kuitenkin sopeutunut tilanteeseen luonnonvalinnan kautta, ja maanpinta on eräitä todella epäedullisia kasvualustoja kuten tunturipaljakoita lukuunottamatta yleensä kasvipeitteellinen. Kasvilajien kilpailukykyyn ympäristöolot vaikuttavat siten, että kullekin kasvupaikalle jää, jos aikaa on riittävästi, ja ilmasto suhteellisen muuttumaton, parhaiten ko. kasvupaikalle sopeutunut ns. kliimaks-kasviyhdyskunta.

Kasviyksilöt reagoivat välittömään ympäristöönsä. Kun pyrimme selittämään kasvien elämää ja menestymistä ympäristötekijöillä, meidän täytyy tutkia kasviyksilöiden koosta ja rakenteesta riippuen erikokoisia ympäristöjä. Ilmastoon liittyvistä tunnuksista kyseen ollen tutkimuskohteena on maanpinnan läheinen ilmakerros tai juuriston sijaintipaikka - maa. Näitä asioita tutkivista tieteenhaaroista käytetään nimityksiä pienilmastotutkimus eli mikrometeorologia tai elävän osan mukana oloa korostava biometeorologia.

### Lämmön lähteet

Ensisijainen lämpöenergialähde maapallon pinnalla on aurinko. Kokonaissäteilyteho, jonka aurinko säteilee ilmakehän ylä-

rajalle säteisiin nähden kohtisuoraa pintaa vasten, ilmaistaan aurinkovakiolla. Aurinkovakion arvo, joka käsittää kaikki säteilyn aallonpituudet, on keskimäärin vuodessa  $1\,340\text{ W/m}^2$ . Kun auringon ja maan etäisyys vaihtelee vuodenajan mukaan, ja kun auringon säteilytehokin voi hiukan vaihdella, ei tämä luku ole absoluuttinen vakio, vaan sen arvo vaihtelee muutaman prosentin vuoden eri aikoina (Vuorelainen 1977, Heikkinen 1982). Kulkiessaan ilmakehän lävitse säteily heikkenee ilman vesihöyryn, pölyn, hiilidioksidin ym. absorption vaikutuksesta. Kun ilmakehään ei voi määrättömästi sitoutua energiaa, luovuttavat em. ainekset absorboimaansa säteilyä edelleen lämpösäteilynä. Hajasäteily aiheutuu ilmakehän aineiden "emittoimasta" pitkäaaltoisesta lämpösäteilystä sekä heijastuneesta lyhytaaltoisesta säteilystä. Pinnalle lankeava kokonaissäteilyenergia ( $I$ ) voidaan esittää seuraavasti:

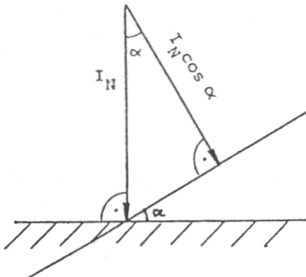
$$I = I_A + A_D + I_V, \quad (1)$$

missä  $I_A$  = suora auringonsäteily (lyhytaaltainen)

$I_D$  = diffuusi säteily (lyhytaaltainen)

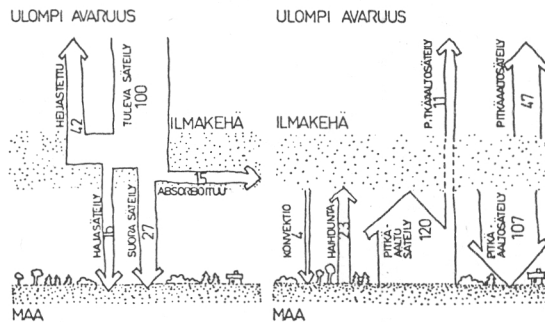
$I_V$  = ilmakehän vastasäteily (pitkäaaltainen)

Kun auringon säteilyteho kohtisuoraan pintaa vasten tunnetaan, voidaan se laskea mielivaltaisessa asennossa olevalle pinnalle kuvan 1 osoittamalla tavalla:



Kuva 1. Auringon säteily ( $I_N$ ) säteitä vastaan kohtisuoralle pinnalle ja pinnalle, jonka normaali muodostaa säteiden kanssa kulman  $\alpha$ .

Ilmakerroksen paksuus, jonka auringonsäteily läpäisee, vaihtelee auringon korkeuskulman funktiona. Pienillä korkeuskulman arvoilla säteen kulkema matka ilmakehässä on pitkä ja säteilyteho maanpinnalla vastaavasti pieni. On arvioitu, että vuositasolla 43 % auringonsäteilystä (aurinkovakiosta) tulee maahan saakka (27 % suorana säteilynä ja 16 % hajasäteilynä) ja 15 % absorboituu ilmakehään. Loppu 42 % palautuu takaisin avaruuteen lyhytaaltoisena säteilynä. Maahan tullut ja ilmakehään absorboitunut säteily (58 %) muuttuu lämmöksi. Koska maapallo kokonaisuutena ei tarkasteltavalla ajanjaksolla varastoi eikä hukkaa lämpöä, poistuu vastaava lämpömäärä avaruuteen. Tämä tapahtuu pitkäaaltoisena säteilynä (11 % maanpinnasta ja 47 % ilmakehästä) (kuva 2). Ilmakehän energiatasetta ja sen vuodenaikaista vaihtelua Suomessa ja Euroopassa ovat tarkastelleet mm. Laitinen (1971) ja Alestalo (1981).



Kuva 2. Auringon säteilyenergian hajaantuminen eri komponentteihin ilmakehässä (Erat & Björkholz 1982).

Se kuinka paljon säteilyenergiasta joutuu lopulta maahan, riippuu maanpinnan heijastus- ja absorptio-ominaisuuksista (pinnan albedosta). Maanpinnan lämpötasapaino voidaan kuvata yhtälöllä:

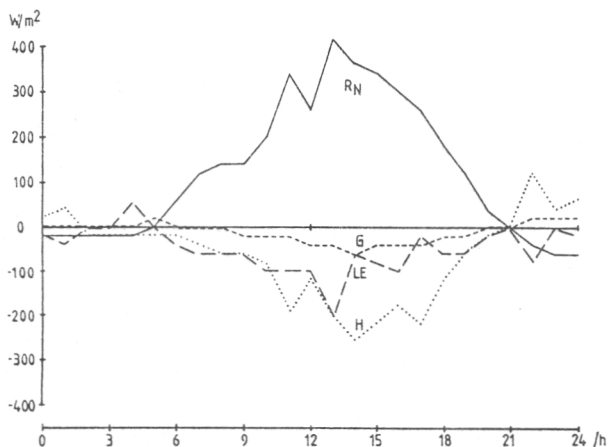
$$R_N = H + LE + G,$$

(2)



missä  $R_N$  = nettosäteily  
 $H$  = vaihtolämpövirta  
 $LE$  = latentin lämmön virta  
 $G$  = lämpövirta maassa

Kuvassa 3 on esitetty esimerkinomaisesti Bowen-suhdemenetelmällä laskettu maanpinnan energiataseen vaihtelu avohakkuu-alueella vuorokauden aikana heinäkuussa 1982. Koealue sijaitsee n. 50 km päässä Rovaniemeltä kaakkoon Metsäntutkimuslaitoksen Kivalon kokeilualueessa.



Kuva 3. Maanpinnan energiatase. Kivalo 1982.

Lämmön johtuminen ja lämpötilan vaihtelu maaperässä

Pääasiallinen lämmön siirtymismekanismi maaperässä on johtuminen. Lämmön virtaus maassa voidaan esittää Fourierin lain mukaan lämmönjohtavuuden ja lämpötilaerojen funktiona seuraavasti:

$$G = -\lambda \frac{\delta T}{\delta Z}, \quad (3)$$

missä  $G$  = lämpövirran tiheys  
 $\lambda$  = maan lämmönjohtavuus  
 $\frac{\delta T}{\delta Z}$  = lämpötilagradientti

Eräiden laskutoimitusten jälkeen yhtälöä (3) soveltaen voidaan edelleen määrittää tietyn maakerroksen lämpötilan muutosnopeus (esim. Kirkham & Powers 1972):

$$\frac{\delta T}{\delta t} = a \frac{\delta^2 T}{\delta z^2}, \quad (4)$$

missä  $a = \lambda / \rho_s c_s$  = diffuusiivakio ( $\rho_s$  = maan tiheys,  $c_s$  = maan ominaislämpö)

Yhtälöstä (4) nähdään, että lämpötilaeron ollessa kahden maakerroksen välissä suuri, lämpötilan muutosnopeus on myös suuri. Muutosnopeus on suoraan verrannollinen diffuusiivakioon, joka saadaan jakamalla maan lämmönjohtavuus tilavuuslämpökapasiteetilla ( $C = \rho_s c_s$ ).

Kuvassa 4 on esitetty havainnollisesti kolmiulotteisessa koordinaatistossa esimerkki lämpötilan vaihtelusta maassa ajan ja syvyyden funktiona. Tällaista säännöllistä sinimuotoista lämpötilan käyttäytymistä homogeenisessa maassa voidaan kuvata yhtälöllä (van Wijk 1965):

$$T(z, t) = \bar{T} + A(0)e^{-z/D} \sin(\omega t - z/D), \quad (5)$$

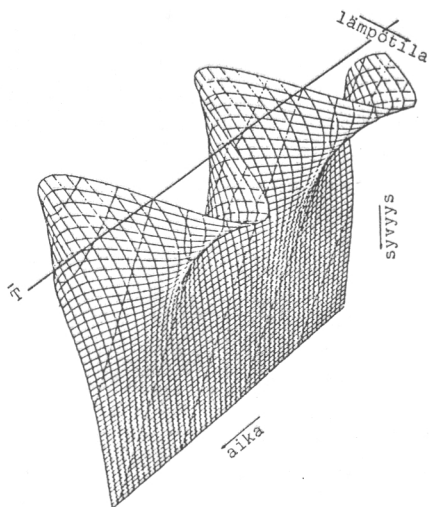
missä  $\bar{T}$  = keskilämpötila maan pinnalla

$A(0)$  = lämpötilavaihtelun amplitudi maan pinnalla

$z$  = syvyys maan pinnasta

$D$  = lämpöaallon vaimenemissyvyys

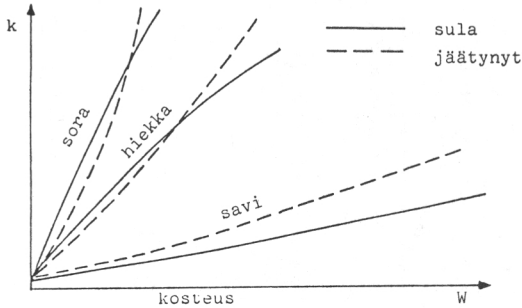
$\omega$  = vaihekulma



Kuva 4. Lämpötilan vaihtelu maassa ajan ja syvyyden funktiona. Kuvasta näkyy lämpötila-aallon vaimeneminen ja minimi- ja maksimilämpötilojen "viivästyminen" syvemmäksi mentäessä (Campbell 1977).

Lämpöaallon vaimenemissyvyys,  $D = (2a/\omega)^{\frac{1}{2}}$ , on hyödyllistä tuntea. Kun  $z = D$ ,  $A(z) = A(0)e^{-1} = 0,37 A(0)$  eli lämpötilan vaihtelu on 37 % amplitudista maan pinnassa. Syvyydellä  $z = 3D$ , vaihtelu on vain 4,7 % amplitudista, eli lämpötilan vaihtelu rajoittuu käytännössä tälle syvyydelle.  $D$ :n laskemiseksi tarvitsee tuntea myös edellä mainittu diffuusiovakio ( $a$ ) sekä lämpötilan vaihtelun vaihekulma ( $\omega$ ), joka saadaan jakamalla  $2\pi$  yhteen sykliin kuluneella ajalla.

Kosteus vaikuttaa ratkaisevasti maan lämmönjohtavuuteen. Hienojakoisessa maassa, missä huokosten osuus tilavuudesta on yleensä pieni, kosteuden vaikutus lämmönjohtavuuteen on pienempi kuin karkeajakoisessa maassa (kuva 5).



Kuva 5. Kosteuden periaatteellinen vaikutus maan lämmönjohtavuuteen (Aittomäki & Saviharju 1971).

Maan tilavuuslämpökapasiteetti muodostuu maakappaleen eri osasten yhteisestä vaikutuksesta. van Wijk'in (1965) esittämän kokeellisen yhtälön mukaan tilavuuslämpökapasiteetti (C) saadaan yhtälöstä:

$$C = 0,46 X_m + 0,60 X_o + X_w, \quad (6)$$

missä  $X_m$  vastaa mineraaliaineksen,  $X_o$  orgaanisen aineksen ja  $X_w$  veden tilavuusosuuksia maakappaleessa.

Havaintoja muokkaustoimenpiteiden vaikutuksesta maan lämpöoloihin

Edellä esitettyyn teoriaan pohjaten on taulukkoon 1 laskettu Sodankylän Poksaselässä olevalta maankäsittelykokeelta heinäkuun 1976 keskiarvoja eräistä maan lämpötaloudellisista ominaisuuksista.

Taulukko 1. Maan lämpötaloudellisia ominaisuuksia eri tavoin käsitellyssä maassa (syvyyskerros 5 - 20 cm).  
Poksaselkä 1976.

Käsittely	tilavuus- lämpökapa- siteetti (C) $\text{MJm}^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	lämmön- johtavuus ( $\lambda$ ) $\text{Wm}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	diffuusio- siovakio (a) $\text{mm}^2 \text{ s}^{-1}$	lämpöaallon vaimenemis- syvyys (D) cm
1. laikutus	2,76	1,65	0,60	12,8
2. piennar- auraus	2,64	1,07	0,41	10,6
3. pallean- auraus	1,80	0,63	0,35	9,8
4. ketju- jyrsintä	2,05	0,56	0,27	8,6
5. käsitte- lemätön, metsä	2,68	0,94	0,35	9,8
6. käsitte- lemätön, aukea	2,51	0,96	0,38	10,2

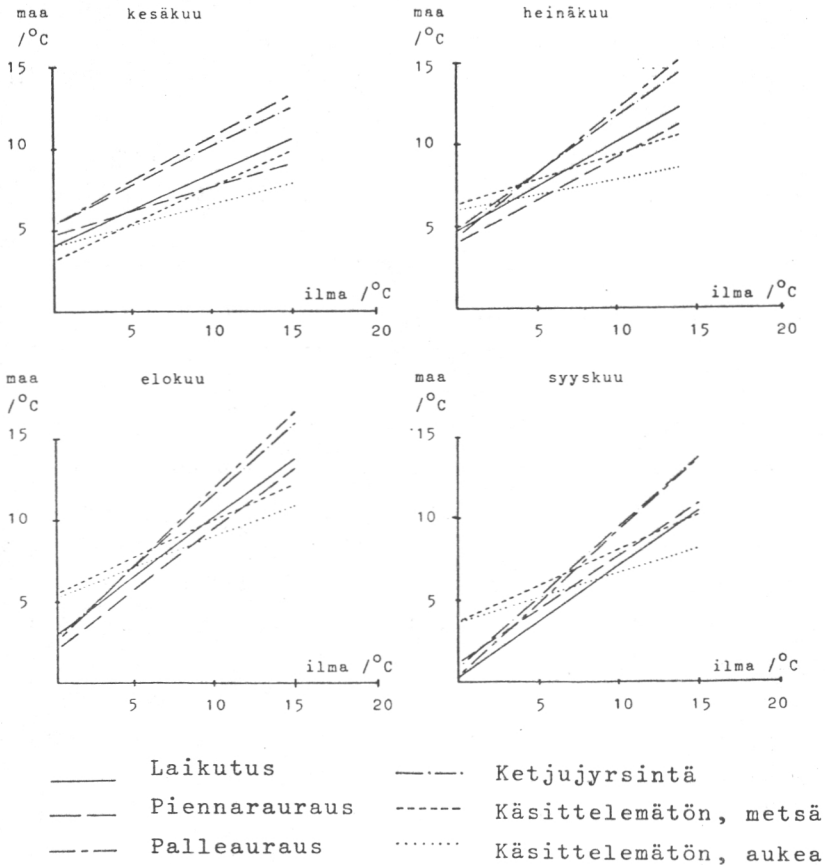
Saadut tulokset näyttävät olevan suuruusluokaltaan sopusoinnussa aikaisemmin esitettyjen tulosten kanssa kun otetaan huomioon maa-aineksen koostumus ja maan rakenne eri käsittelyjäljissä (vrt. van Wijk & de Vries 1963, Ballard 1972, Ritari & Lähde 1978). Tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että myös käsittelemättömässä maassa ylempi lämpötilamittaus on 5 cm:n syvyydeltä. Piennaraurausjäljessä mittaukset on tehty pientareen keskeltä ja palleanaurausjäljessä vastaavasti palteen keskeltä.

Maan lämpötilojen mittaaminen on usein suuritöistä ja kallista tuloksille asetetuista tarkkuusvaatimuksista riippuen. Maan käsittelyn jälkeen (periaatteessa sama asia, jos tutkitaan luonnontilaisia kasvupaikkoja) maan lämpötaloudelliset ominaisuudet muuttuvat suhteellisen hitaasti (kosteuden vaikutusta lukuunottamatta). Tiedetään myös, että maanpinnan ja

sen läheisen ilmakerroksen lämpötilojen välillä on olemassa riippuvuutta, koska suurin osa maahan tulleesta auringon säteilyenergiasta siirtyy edelleen pinnasta ylöspäin säteilyyn, nousevien ilmamolekyylien (konvektio) ja vesihöyryn (haihdunta) kautta (kuvat 2 ja 3). Myös horisontaalisilla ilmavirtauksilla (advektio) on eräissä tapauksissa merkitystä maanpinnan läheisen ilmakerroksen lämpötiloihin (esim. Franssila 1962).

Näistä toteamuksista lähti eteenpäin ajatus kehittää menetelmä pintamaan vuorokautisen keskilämpötilan vaihtelun laskemiseksi käyttäen virtamuuttujana (driving variable) ilman vuorokautista keskilämpötilaa. Vuorokautista keskiarvoa oli mielekästä käyttää siksi, että ko. havaintoväli muodostaa sekä maan että ilman lämpötilan vaihtelussa yhteen sykliin kuluvan ajan. Kun lämmön siirtymismekanismi maaperässä on johtuminen, yhtälöiden 3 ja 4 avulla on pääteltävissä, että maakerroksen lämpötila riippuu kerrokseen saapuvan ja siitä lähtevän lämpövirran tiheydestä sekä maan lämpökapasiteetista.

Poksaselän koekentältä oli käytettävissä 2 metrin korkeudelta aukealla kojussa lämpötilapiirturin avulla saatuja ilman lämpötilahavaintoja sekä eri käsittelyjäljistä 5 cm:n syvyydeltä havaintoja maan lämpötiloista. Kuvassa 6 on esitetty em. aineistoa käyttäen maan vuorokautisen keskilämpötilan riippuvuus ilman keskilämpötilasta. Havainnot noudattivat varsin hyvin lineaarista riippuvuutta. Tuloksia tarkasteltaessa todettiin, että riippuvuudet muuttuivat jonkin verran kesän kuluessa. Tämän vuoksi yhtälöt laskettiin erikseen kullekin kesäkuukaudelle.



Kuva 6. Maan vuorokautisen keskilämpötilan (syv. 5 cm) riippuvuus ilman keskilämpötilasta (aukea, 2 m) eri tavoin käsitellyssä maassa. Poksaselkä kesä 1975.

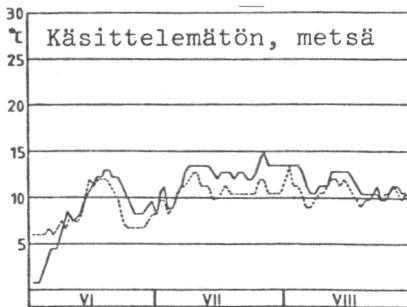
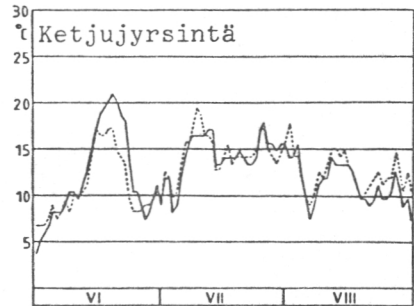
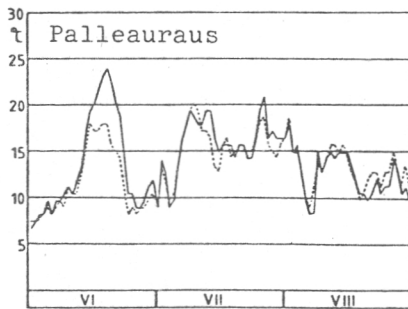
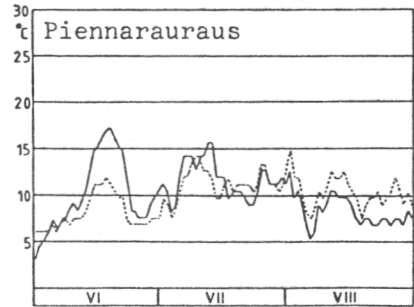
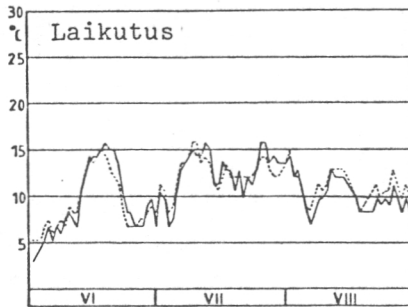
Kuvasta nähdään, että omina pareinaan erottuvat yleensä laikutus ja piennar, palle ja ketjujyrsintä sekä käsittelemätön aukea ja metsä. Yhtälön vakiotermi eli maan keskilämpötila ilman keskilämpötilan arvolla nolla on kesäkuuta lukuunottamatta suurin käsittelemättömässä maassa. Suorien kulmakertoimien eroista seuraa, että maan keskilämpötila on korkein kohoumissa, so. palle ja ketjujyrsinjalkei, suurilla ilman keski-

lämpötilan arvoilla ja vastaavasti pienin pienillä ilman keskilämpötilan arvoilla. Lämpöolot kohoumilla ovat siis äärevämmät kuin tasamaalla, mistä seuraa, että hallan esiintymisen mahdollisuus on kohoumilla suurempi kuin tasamaalla, jos puuntaimet eivät ole talvilevossa epäedullisena aikana (vrt. van Wijk & Derksen 1963). Puuntaimien elintoimintojen kannalta liian korkeat lämpötilat lienevät Pohjois-Suomessa harvinaisia, mutta tämäkään mahdollisuus ei ole pois suljettu silloin, kun auringon säteily tulee keskipäivällä kohtisuoraan maanpintaan (Vaartaja 1954, Ballard ym. 1977). Maan lämpimyys kuivattaa lisäksi maata haihdunnan lisääntymisen kautta ja voi aiheuttaa puuntaimille ajoittaista vedenpuutetta.

Kuvassa 7 nähdään maan vuorokautisen keskilämpötilan vaihtelu 5 cm:n syvyydellä kesällä 1974 sekä edellä mainittuja kuukausittaisia yhtälöitä käyttäen ilman keskilämpötiloista lasketut vastaavat maan lämpötilat. Yhtälöt aliarvioivat kesäkuun puolenvälin maan voimakkaan lämpenemisen kohoumilla. Erot mitatussa ja lasketussa aineistossa kesäkuun alussa (ketjujyrsintäjälki ja käsittelemätön maa) johtuvat todennäköisesti roudan eriaikaisesta sulamisesta. Tarkastelujaksolla vuorokautiset maan keskilämpötilat olivat yleensä suurimmat palleauraus- ja ketjujyrsintäjäljissä.

Jos kesät eivät olennaisesti poikkea toisistaan, voidaan esitetyllä menetelmällä saada aikaan hyviä tuloksia. Menetelmän etuna on sen halpuus - jatkuvasti tarvitsee mitata vain ilman lämpötilaa, jonka vaihtelu määrättyssä tasossa paikan suhteen on maan lämpötilan alueelliseen vaihteluun verrattuna pieni. Vastaavalla tavalla voidaan menetellä minimi- ja maksimilämpötilojen suhteen. Maan lämpösumma halutulla kynnyslämpötilalla on myös laskettavissa. Monimutkaisempia malleja maan lämpötilan laskemiseksi ovat viime vuosina kehitelleet mm. Cruse ym. (1980), Halldin (1980) ja Parton & Logan (1981). Haittapuoleina useimmissa on niiden tarvitsemien parametrien hankkimisen suuri työ.





— mitattu keskilämpötila  
 - - - - - laskettu keskilämpötila

Kuva 7. Maan vuorokautisen keskilämpötilan vaihtelu eri tavoin käsitellyssä maassa 5 cm:n syvyydellä. Poksa-selkä 1974.

## Loppupäätelmiä

Metsämaan lämpöolot noudattavat napapiirillä, samoin kuin päiväntasaajallakin, määrättyjä fysikaalisia lainalaisuuksia, joiden tunteminen auttaa ymmärtämään esimerkiksi lämpötilajakaumien syntymistä maaperässä sekä maan lämpötaloudellisten ominaisuuksien vaikutusta tarkasteltaviin ilmiöihin. On selvää, että standardi säähavaintoasemaverkosto ja sen avulla saatu ilmastoaineisto voi palvella vain osaa metsäntutkimuksen tarpeista. Kokeellista pienilmastotutkimusta tarvitaan haluttaessa tietoja määrättyltä alueelta ja kasvupaikalta. Pitkät aikasarjat eri ilmastotunnuksista, jollaisia on saatavilla mm. Sodankylän observatoriosta, ovat arvokkaita esimerkiksi puiden kasvunvaihteluja tai metsän uudistumista selitettäessä (Sirén 1961, Mikola 1978, Pohtila 1980).

Kun siirrytään etelästä pohjoiseen kasvillisuuden biomassasta suhteellisesti suurempi osa sijaitsee lähellä maanpintaa tai maan sisässä (Raunkier 1934, Havas 1977). Tämä tosiasia korostaa pohjoisessa maaperäilmaston merkitystä. Maan biologista aktiviteettia alhainen lämpötila rajoittaa myös olennaisesti. Maaperällisten tekijöiden, so. kasvualustan, muuttamisella saatavaa hyötyä ei tule kuitenkaan yliarvioida silloin, kun kiinnostava lopputulos, esimerkiksi puuntaimien eloonjäänti, on epäedullisissa olosuhteissa pääasiassa riippuvainen maanpäällisistä ilmastotekijöistä. Tämä on asiantila Pohjois-Suomen olosuhteissa sangen usein etenkin talviaikana.

## Kirjallisuus

- AITTOMÄKI, A. & SAVIHARJU, K. 1971. Maalajien lämpötekniillisistä ominaisuuksista. VTT, Lämpötekniillinen laboratorio. Tiedonanto no. 14.
- ALESTALO, M. 1981. On the energy and water balance of the earth-atmospheric system in Europe. Dept. of Meteorology, Univ. of Helsinki. Report no. 19.

- BALLARD, T. 1972. Subalpine soil temperature regimes in southwestern British Columbia. *Arctic and Alpine Research* 4(2):139-146.
- " T., T. BLACK & K. McNAUGHTON 1977. Summer energy balance and temperatures in a forest clearcut in southwestern British Columbia. *Teoksessa: Energy, water and the physical environment of the soil. 6th B.C. Soil Sci. Workshop Rep. ss. 74 - 86.*
- CAMPBELL, G. 1977. An introduction to environmental biophysics. Springer-Verlag, New York. 159 s.
- CRUSE, R., D. LINDEN, J. RADKE, W. LARSON & K. LARNTZ 1980. A model to predict tillage effects on soil temperature. *Soil Sci. Am. J.* 44:378-383.
- ERAT, B. & D. BJÖRKHOLZ 1982. Luonnonmukainen talo. Rakentajain kustannus Oy. 177 s.
- FRANSSILA, M. 1962. On the temperature conditions in a large aapa bog area in Finnish Lapland. *Ilmat. keskusl. toimit.* 53.
- HALLDIN, S. 1980. Soil water and heat model. I Synthesis of physical processes. *Acta Universitatis Upsaliensis, Abstracts of Uppsala Dissertations from the faculty of Science no. 567.*
- HAVAS, P. 1977. Lapin kuusikot - esimerkki metsän ekologisista ulottuvuuksista. *Academia Scientiarum Fennica, Vuosikirja - Yearbook 1977. ss. 143 - 153.*
- HEIKKINEN, O. 1982. Auringonpilkut ja niiden yhteys maapalolla havaittuihin luonnonilmiöihin. *Terra* 94(3): 207-214.
- KIRKHAM, D. & W. POWERS 1972. Advanced soil physics. Wiley-Interscience. 534 s.
- LAITINEN, E. 1971. Troposfäärin energiatase. *Ilmatieteen laitos, Tutkimusseloste no. 34.*
- MIKOLA, P. 1978. Consequences of climatic fluctuation in forestry. *Fennia* 150:39-43.
- PARTON, W. & J. LOGAN 1981. A model for diurnal variation in soil and air temperature. *Agric. Meteorol.* 23: 205-216.

- POHTILA, E. 1980. Climatic fluctuations and forestry in Lapland. *Holarctic Ecology* 3:91-98.
- RAUNKIER, C. 1934. The life forms of plants. Clarendon, Oxford. 104 s.
- RITARI, A. & E. LÄHDE 1978. Effect of site preparation on physical properties of the soil in a thick-humus spruce stand. *Seloste: Muokkauksen vaikutus paksusammalkuusikon maan fysikaalisiin ominaisuuksiin. Commun. Inst. For. Fenn.* 92(7):1-37.
- SIRÉN, G. 1961. Skogsgränstallen som indikator för klimatfluktuationerna i norra Fennoskandien under historisk tid. *Commun. Inst. For. Fenn.* 54(2):1-66.
- VAARTAJA, O. 1954. Temperature and evaporation at and near ground level on a certain forest sites. *Canad. Journ. Bot.* 32:760-783.
- van WIJK, W. 1965. Soil microclimate, its creation, observation and modification. *Meteorol. Monographs* 6(28): 59-73.
- " & W. DERKSEN 1963. Sinusoidal temperature variation in layered soil. *Teoksessa: van Wijk, W. (toim.). Physics of Plant Environment. North Holland Publishing Co. Amsterdam. ss. 171-209.*
- " & D. de VRIES 1963. Periodic temperature variations in a homogenous soil. *Teoksessa: van Wijk, W. (toim.). Physics of Plant Environment. North Holland Publishing Co. Amsterdam. ss. 102-143.*
- VUORELAINEN, O. 1976. LVI-tekniikkaa. Lämmöntarve ja lämmöneristys. Otakustantamo. 335 s.

# KOETULOKSIA MÄNNYN VILJELYN ONNISTUMISESTA ERI TAVOIN KÄSITELLYLLÄ PAKSUSAMMALTYYPIN MAALLA LAPISSA

Kari Mäkitalo

## Johdanto

Paksusammaltyypin (HMT) kuusikoiden luontainen uudistuminen on osoittautunut erittäin hitaaksi (esim. Heikinheimo 1920, 1922, 1939, Sirén 1955). Kun lisäksi jo 1920-luvun alussa tehdyissä tutkimuksissa todettiin, että mänty paksusammaltyypillä esiintyessään - varsinkin palaneilla mailla - oli olennaisesti tuotteisampi kuin kuusi, pyrittiin paksusammalkuusikot uudistamaan etupäässä männylle. Kaskeamista tai kulotusta ja männyn viljelyä pidettiin tuolloin kuusikoiden parhaana käsittelyvaihtoehtona, vaikka siihen ei katsottukaan vielä käytännössä päästävän. Käytännön vaihtoehdoksi suositeltiin lohkokhakkuuta kaistalehakkuun muodossa mäntyä mahdollisimman paljon suosien. Tätä ohjetta valtion metsissä yleensä noudatettiinkin (Leikola 1979). Käsitykset männyn tuotoksen paremmuudesta kuuseen nähden saivat edelleen tukea 1930-luvun lopulla julkaistusta tutkimuksesta luonnonnormaalien metsiköiden kasvusta ja kehityksestä Perä-Pohjolassa (Ilvessalo 1937).

Uusia tutkimustuloksia paksusammalkuusikoista saatiin 1950-luvun puolivälissä. Paksusammalkuusikoiden katsottiin edustavan pohjoisessa viljavan mustikkatyypin degeneroituneita sekundäärivaiheita, joiden potentiaalinen viljavuus oli olennaisesti parempi kuin nykyinen (Sirén 1955). Kuusipuustolla arvioitiin olevan epäedullinen vaikutus kasvualustaansa, mikä aiheutti usean kuusisukupolven aikana viljavuuden heikkenemisen. Paksusammalkuusikot pyrittiinkin palauttamaan viljavaan primääri-vaiheeseen avohakkuun ja metsänviljelyn, lähinnä männyn kylvön ja istutuksen avulla. Kulotuksen ja laikutuksen avulla katsottiin voitavan ratkaista maankäsittelyongelmat. Hakkuita paksusammalkuusikoissa lisättiin voimakkaasti.

Uudistamiskysymyksiä jouduttiin kuitenkin melko pian arvioimaan uudelleen, kun 1960-luvun kylminä kesinä etenkin vanhojen kuusimaiden jo vakiintuneissa viljelytaimikoissa esiintyi runsaasti tuhoja (Pohtila 1977). Viljelyn epäonnistumisen katsottiin johtuneen mm. huonosta viljelymateriaalista, huolimat-  
tomasta viljelytyöstä, väärästä puulajista, sienitaudeista, ilmaston kylmenemisestä, siemenen väärästä alkuperästä ja maan epäedullisista ominaisuuksista (esim. Sirén 1965, Lähde 1970, Valtanen 1970, Norokorpi 1971). Epäonnistumiset johtivat melko nopeasti entistä tehokkaampien maankäsittelymenetelmien, kuten metsäaurauksen, käyttöönottoon. Kuusikymmentäluvun loppupuolella aloitettiin tutkimukset eri maankäsittelymenetelmien vaikutuksesta maan ominaisuuksiin ja viljelyn onnistumiseen. Niissä ilmeni, että tehokkaalla maanmuokkauksella pystyttiin merkittävästi parantamaan taimien elinoloja verrattuna esim. laikutukseen. Maanmuokkauksen todettiin mm. nostavan maan lämpötilaa ja lisäävän maan ilmavuutta.

Paksusammalkuusikoiden uudistamisongelmien tutkiminen on Lapissa keskittynyt nykyisin lähinnä Pomokairan laajaan erämaa-alueeseen, joka sijaitsee Sodankylän ja Kittilän kuntien alueella. Metsänhoidon tutkimusosastolla on siellä kolme koekenttää, Vaalolehto, Kuopsusselkä ja Poksaselkä, joille perustetuista ko-  
keista on jo julkaistu useita tutkimusraportteja (mm. Lähde ja Pohjola 1975, Lähde 1978, Ritari ja Lähde 1978, Lähde ym. 1981, Manninen ja Lähde 1981). Tässä esitellään alustavia tuloksia Poksaselän koekentälle v. 1973 - 1975 perustetusta männyn vil-  
jelykokeesta, jonka tarkoituksena on tutkia maankäsittelyn vai-  
kutusta männyn viljelyn onnistumiseen paksusammaltyypillä.

#### Aineisto

Poksaselän koekenttä ( $67^{\circ}52'N$ ,  $26^{\circ}12'E$ ) sijaitsee n. 350 m merenpinnan yläpuolella. Keskimääräinen lämpösumma on n. 620 d.d. Koealueella kasvavan vanhan, puuntuotannollisesti yli-  
ikäisen metsän pääpuulajina on kauttaaltaan kuusi. Sekapuuna

kasvaa hieskoivua; mänty sen sijaan puuttuu alueelta käytännöllisesti katsoen kokonaan. Kevättalvella 1972 alueelle harkittiin 19 kpl 60 m:n levyistä kaistaletta, joiden pinta-ala on yhteensä n. 68 ha. Koekentällä tehtiin kesällä 1972 seuraavat maankäsittelyt:

1. laikutus (Sinkkilä-laikkuri)
2. piennarauraus (KLM-240)
3. palleanauraus (KLM-240P)
4. ketjujyrsintä (KLM-protot.)
5. mätästys (ARA-traktorikaivuri)

Viljelymenetelminä käytettiin männyn vakokylvöä ja kourukuokka-istutusta yksivuotiailla turveruukkutaimilla (FP-620). Pohjoisin siemenalkuperä on peräisin Utsjoelta ( $69^{\circ}31'N$ ,  $27^{\circ}12'E$ , 280 mpy.) ja eteläisin Sodankylän Seipäjoelta ( $67^{\circ}05'N$ ,  $26^{\circ}15'E$ , 220 m mpy.). Kolmas alkuperä on peräisin Inarin Sotajoelta ( $68^{\circ}22'N$ ,  $27^{\circ}15'E$ , 300 m mpy.). Koe, jossa on kuusi toistoa, inventoitiin vuosittain, ja tässä esitetyt tulokset perustuvat pääosiltaan v. 1980 inventointiin.

#### Taimien elossaolo

Istutus onnistui selvästi paremmin kuin kylvö. Istutustaimista oli syksyllä 1980 elossa keskimäärin  $3/4$  ja kylvötaimista  $1/3$ . Istutustaimien elossaolo oli korkein laikuissa (81 - 87 % viljelyvuodesta riippuen) ja alhaisin mätttäissä (52 - 67 %). Jyrsintäjäljissä ja pientareissa taimet pysyivät elossa lähes yhtä hyvin kuin laikuissa (kuva 1). Palteissa istutustaimien elossaolo oli keskimäärin n. 5 %-yksikköä korkeampi kuin mätttäissä. Kylvötaimet pysyivät parhaiten elossa jyrsintäjäljissä (31 - 66 %), pientareissa (22 - 63 %) ja laikuissa (22 - 73 %). Mätttäissä ja palteissa kylvö epäonnistui pahoin. Osittain epäonnistuminen johtui siementen heikosta itämisestä, osittain voimakkaasta taimikuolleisuudesta 3 - 4 ensimmäisen vuoden aikana.

Maankäsittelyn ja viljelyn välisen ajan pituuden vaikutus istutuksen onnistumiseen oli melko vähäinen (kuva 2). Keskimäärin paras tulos (81 % 6. kasvukauden lopussa) saavutettiin, kun taimet istutettiin kahden vuoden kuluttua maankäsittelystä. Kylvötulos oli sitä heikompi, mitä pidempi maankäsittelyn ja viljelyn välinen aika oli. Ensimmäisenä maankäsittelyn jälkeisenä vuonna viljellyissä koeruuduissa kylvötaimien elossaolo oli keskimäärin 48 %. Laikuissa, jyrsintäjäljissä ja pientareissa tulos (67 - 76 %) oli lähes samaa luokkaa kuin istutustaimilla. Sääolosuhteiden voimakas vaihtelu viljelyvuosien välillä vaikutti ilmeisesti tuloksiin. Lämpösummat olivat v. 1973 - 1975 670, 760 ja 420 d.d. ja kolmen kesäkuukauden sademäärät 98, 259 ja 130 mm (v. 1931 - 1960 keskimäärin 200 mm).

#### Tuhot

Taimien tuhoutumisen syyt määriteltiin v. 1976 - 1980 inventoinneissa seuraavan luokituksen avulla: roustetuhot, fysiogeeniset tuhot (kuivuus/märkyys), lumikaristetuhot ja muut tuhot. Istutusruuduissa aiheutti eniten tuhoja rouste - keskimäärin yli 50 % istutustaimia kohdanneista tuhoista luokiteltiin roustetuhoiksi (kuva 3). Osa roustetuhoiksi arvioiduista tuhoista oli ilmeisesti sulamis- ja sadevesien ym. eroosio-tekijöiden aiheuttamia. Suurimman kuolleisuuden rouste aiheutti mättäissä: 13 - 21 %-yksikköä viiden vuoden aikana. Myös palteissa (10 - 20 %-yksikköä) ja pientareissa (11 - 17 %-yksikköä) se oli pahin tuhonaiheuttaja. Jyrsintäjäljissä ja laikuissa roustetuhoja havaittiin selvästi vähiten. Lumikariste- ja fysiogeeniset tuhot, joita oli eniten mättäissä, palteissa ja jyrsintäjäljissä, aiheuttivat pahimmillaan n. 5 %-yksikön kuolleisuuden. Roustetuhojen osuus kylvötaimien kokonaistuhosta oli yli 60 %. Rouste aiheutti eniten tuhoja mättäissä (22 - 32 %-yksikköä), palteissa (15 - 38 %-yksikköä) ja pientareissa (4 - 35 %-yksikköä). Laikuissakin kuolleisuus oli suurimmillaan 25 %-yksikköä. Jyrsintäjäljissä roustetuhot jäivät vähäisiksi (suurimmillaan 8 %-yksikköä). Fysiogeenisia



tuhoja, joiden osuus kylvötaimien kokonaistuhosta oli lähes 30 %, esiintyi runsaimmin palteissa ja mätäissä ja vähiten pientareissa. Lumikariste tuhosi selvästi vähemmän kylvötaimia kuin istutustaimia.

#### Taimien pituuskehitys ja kunto

Istutustaimien pituus oli suurin jyrsintäjäljissä (26 - 40 cm) ja pienin mätäissä (13 - 22 cm). Palteissa ja pientareissa taimet olivat n. 15 % ja laikuissa n. 25 % lyhyempiä kuin jyrsintäjäljissä (kuva 4). Kylvötaimien pituus oli suurin jyrsintäjäljissä (19 - 34 cm), palteissa (17 - 35 cm) ja pientareissa (16 - 32 cm). Mätäissä taimien pituus oli keskimäärin n. 50 % ja laikuissa n. 15 % pienempi kuin jyrsintäjäljissä. Sekä istutus- että kylvötaimien pituuskasvu oli kesällä 1980 suurin jyrsinnän muokkausjäljissä ja palteissa ja pienin mätäissä (kuva 4). Vuonna 1973 viljellyissä koeruuduissa kylvötaimet olivat saavuttaneet istutustaimien pituusetumatkan jyrsintäruutuja lukuunottamatta. Kylvötaimien pituuskasvu oli v. 1980 myös keskimäärin hieman parempi kuin istutustaimien.

Taimien kunto arvioitiin kuntoluokituksen avulla, jossa eläville taimille oli kolme kuntoluokkaa: kituvat, normaalit ja erittäin voimakkaat taimet. Kituvien taimien osuus oli ylivoimaisesti suurin mätäissä (kuva 1). Palteissa ja jyrsintäjäljissä oli eniten erittäin voimakkaiksi luokiteltuja taimia. Istutus- ja kylvötaimien kuntoluokkajakaumat olivat keskimäärin lähes samanlaiset.

## Loppupäätelmiä

Paksusammalttyypillä tehdyissä männyn viljelytutkimuksissa on istutustaimien useimmiten havaittu pysyvän heikoimmin elossa muokkaamattomassa maassa ja laikuissa ja parhaiten kohoumissa, kuten palteissa ja mätäissä (esim. Lähde ja Pohjola 1975, Lähde 1978, Lähde ym. 1981). Tässä tutkimuksessa saatiin hie-  
man em. poikkeavia tuloksia. Istutustaimien elossaolo oli kor-  
kein laikuissa ja alhaisin mätäissä. Elossaoloerot olivat ti-  
lastollisestikin merkitseviä. Myös palteissa taimia kuoli sel-  
västi enemmän kuin laikuissa. Jyrsintäjäljissä ja pientareissa  
taimien elossaolo oli keskimäärin vajaat 10 %-yksikköä pienempi  
kuin laikuissa.

Nämä aikaisemmista tutkimuksista poikkeavat tulokset johtuivat lähinnä roustetuhojen runsaudesta. Hienon hiedan ja sitä hie-  
nomprien lajitteiden osuus on koekentällä n. 40 %, joten maa on  
herkästi routivaa. Erityisen paljon roustetuhoja esiintyi mät-  
täissä ja palteissa, mikä johtui ilmeisesti palteiden ja mät-  
täiden äärevistä lämpöoloista ja kasvipeitteettömästä pinnasta.  
Vähiten roustetuhoja havaittiin jyrsintäjäljissä, joissa maan  
vedenläpäisykyky oli paras ja humuspitoisuus suurin (Ritari ja  
Lähde 1978). Osa roustetuhoksi luokitelluista tuhoista oli  
todennäköisesti maanpinnan eroosiosta johtuvia. Etenkin jyrk-  
käreunaisissa mätäissä maa valuu helposti taimien juurien ym-  
pärilä (Lähde ym. 1981). Eroosiokestävyydeltään huonoimpia  
ovat sellaiset suhteellisen hienorakeiset maalajit, kuten hieno  
hiekkä ja karkea hieta, joissa ei vielä esiinny koheesiota tai  
muuta samankaltaisia kiinnevoimia (Maarakennusalan... 1972).  
Poksaselässä näiden lajitteiden osuus on n. 45 %. Sekä rouste-  
että eroosioilmiöt vähenevät yleensä maanpinnan stabiloituessa  
ja kasvipeitteen syntyessä muokkauksen yhteydessä paljastuneel-  
le maaperälle. Pohjois-Suomessa on todettu kasvillisuuden  
peittävyuden kehityksen olevan etenkin pohjakerroksen osalta  
palteissa huomattavasti hitaampaa kuin pientareissa (Kellomäki  
1972). Mätäissä kehitys lienee vähintään yhtä hidasta kuin

palteissa, joten olosuhteet pysyivät niissä kauan otollisina rouste- ja eroosiotuhojen esiintymiselle. Palteissa ja mättäissä olisivat rouste- ja eroosiotuhot ilmeisesti jääneet nykyistä pienemmiksi, mikäli palteet olisi tiivistetty muokkauksen yhteydessä (ns. painettu palle) ja mättäiden laet tasoitettu esim. kuokalla ennen viljelyä.

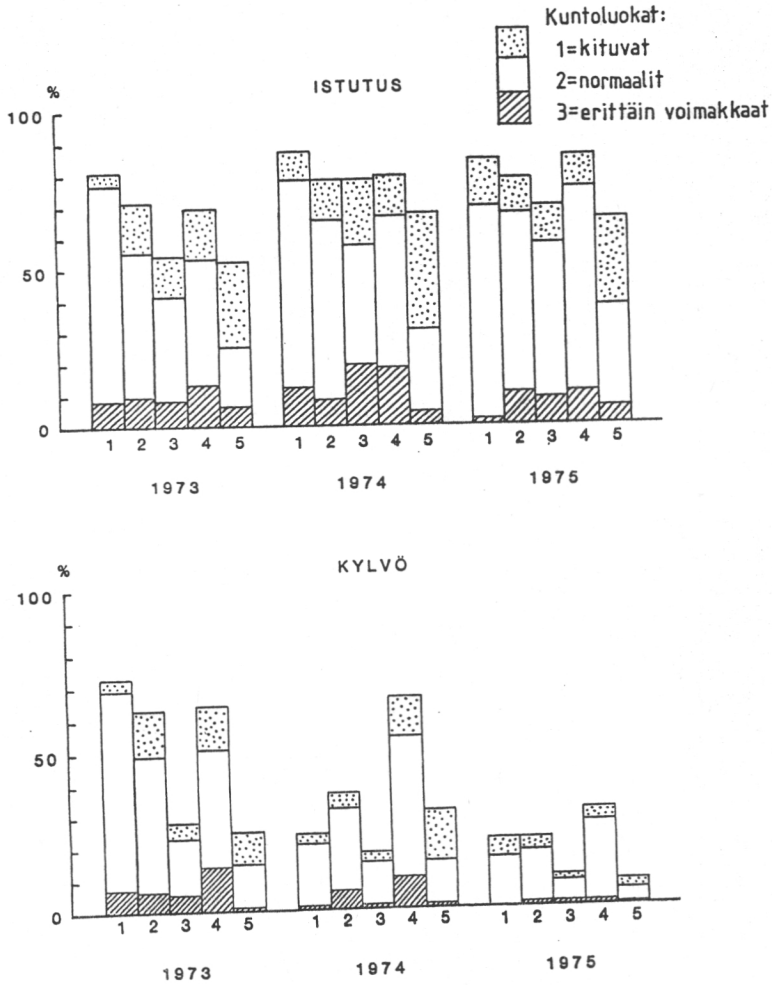
Sekä kylvö- että istutustaimien pituuskehitys oli nopeinta tehokkaasti muokatuilla kasvualustoilla, kuten jyrsintäjäljissä ja palteissa. Mättäissä kasvaneiden taimien kehitystä hidastivat ilmeisesti rouste, maanpinnan eroosio ja kuivuus. Mättäissä oli myös kituvien taimien osuus suurimmillaan. Laikuissa taimet olivat selvästi lyhyempiä kuin jyrsintäjäljissä, mikä todennäköisesti johtui maan alhaisemmasta lämpötilasta ja pienemmästä ilmatilasta laikuissa verrattuna jyrsintäjälkiin (Lähde 1978, Ritari ja Lähde 1978, Lähde ym. 1981). Vuosina 1973 ja 1974 laikuihin istutettujen taimien pituudet eivät kuitenkaan poikenneet tilastollisesti merkitsevästi pientareisiin ja palteisiin istutettujen taimien pituuksista.

Tämän tutkimuksen tuloksia arvioitaessa on otettava huomioon taimien hidas kehitys, mikä johtuu Poksaselän epäedullisista ilmasto-olosuhteista. Suurin osa taimista oli vielä syksyllä 1980 lumirajan alapuolella, joten ne olivat edelleen alttiina esim. lumikaristeen tuhoille. Varsinkaan istutustaimien elossalooa ei voida pitää vakiintuneena, sillä taimituhoja havaittiin istutusruuduissa vielä tutkimuskauden loppupuolellakin. Kituvien taimien suuri määrä - etenkin mättäissä - viittaa siihen, että tuhoja saattaa esiintyä melko runsaasti myös lähivuosina. Lisäksi tuhoja on koealueen ankaran ilmaston takia odotettavissa taimien kasvaessa lumirajan yläpuolelle.

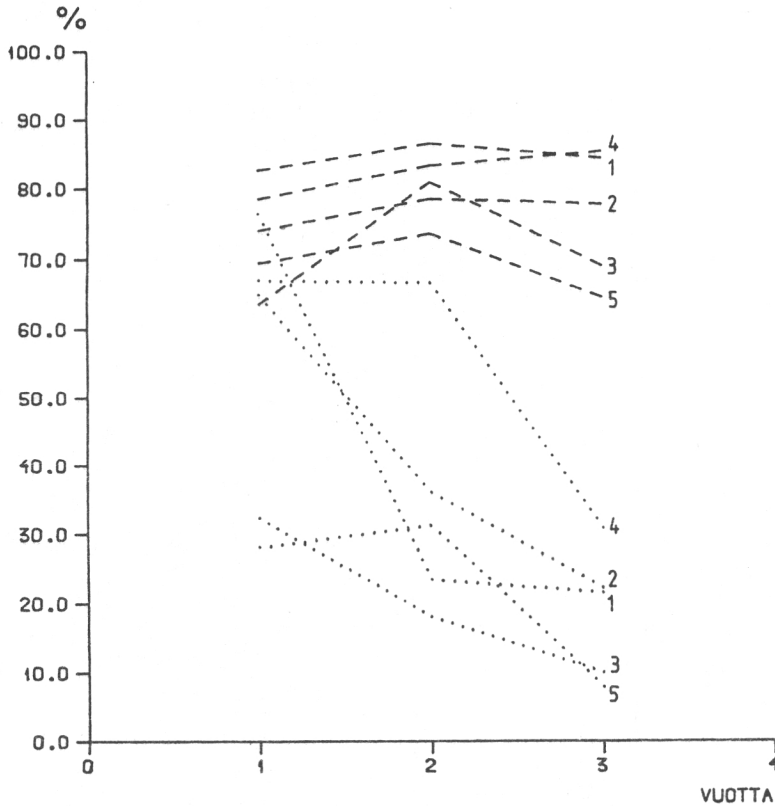
## Kirjallisuus

- HEIKINHEIMO, O. 1920. Pohjois-Suomen kuusimetsien esiintyminen, laajuus ja puuvarastot. Commun. Inst. For. Fenn. 3(1): 1-170.
- " 1922. Pohjois-Suomen kuusimetsien hoito. Commun. Inst. For. Fenn. 5(2):1-132.
- " 1939. Kokemuksia paksusammaltyypin metsien käsittelystä. Silva Fenn. 52:121-139, 292.
- ILVESSALO, Y. 1937. Perä-Pohjolan luonnonnormaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. Commun. Inst. For. Fenn. 24(2): 1-168.
- KELLOMÄKI, S. 1972. Maanpinnan reliefin ja kasvillisuuden kehityksestä aurauksen jälkeisinä vuosina Perä-Pohjolan metsänuudistusaloilla. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 8:1-56.
- LEIKOLA, M. (toim.) 1979. Tutkimustoiminta Lapin metsien hoidon ja käytön suuntaajana. Silva Fenn. 13(1A):1-50.
- LÄHDE, E. 1970. Vihreitä ajatuksia metsänviljelystä. Metsä ja Puu n:o 11:12, 14-15.
- " 1978. Maan käsittelyn vaikutus maan fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä männyn ja kuusen taimien kehitykseen. Commun. Inst. For. Fenn. 94(5):1-59.
- " MANNINEN, S. & TERVONEN, M. 1981. Ojituksen ja muokkauksen vaikutus maan fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä havupuiden taimien kehitykseen. Commun. Inst. For. Fenn. 98(7):1-43.
- " POHJOLA, T. 1975. Maan käsittelyn vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 8:1-29.
- Maarakennusalan tutkimus- ja suunnitteluohjeita. Osa IV: Geoteknillinen suunnittelu ja perustamismenetelmät 1972. Tie- ja vesirakennushallitus. Helsinki. 408 s.
- MANNINEN, S. & LÄHDE, E. 1982. Paksusammalkuusikon uudistamisvaihtoehtoja ja luettelo paksusammalkuusikoita käsittelevistä julkaisuista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 23:1-32.

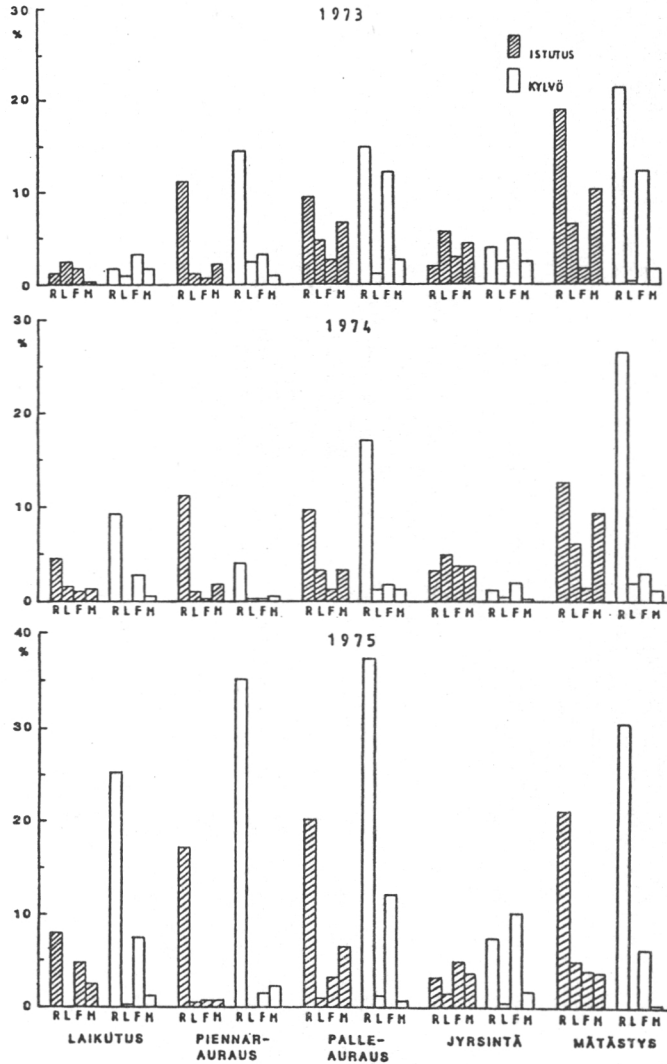
- NOROKORPI, Y. 1971. Männyn viljelytaimistojen tuhoista Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimus-  
aseman tiedonantoja 2:37-49.
- POHTILA, E. 1977. Reforestation of ploughed sites in Finnish  
Lapland. Seloste: Aurattujen alueiden metsänviljely  
Lapissa. Commun. Inst. For. Fenn. 91(4):1-100.
- RITARI, A. & LÄHDE, E. 1977. Effect of site preparation on  
physical properties of the soil in a thick-humus spruce  
stand. Seloste: Muokkauksen vaikutus paksusammalkuusi-  
kon maan fysikaalisiin ominaisuuksiin. Commun. Inst.  
For. Fenn. 92(7):1-37.
- SIRÉN, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus  
sites in northern Finland and its ecology. Seloste:  
Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehi-  
tyksestä ja sen ekologiasta. Acta For. Fenn. 62(4):  
1-408.
- " 1965. Lapin metsänhoidon suuntaviivat. Lapin tutkimus-  
seuran vuosikirja 6:20-34.
- VALTANEN, J. 1970. Versosyöpä Lapin taimistojen kimpussa.  
Metsä ja Puu n:o 4:7-10.



Kuva 1. Istutus- ja kylvötaimien elossaolo (%) v. 1980 ja sen jakautuminen kuntoluokkiin. Maankäsittelyt: 1 = laikutus, 2 = piennarauraus, 3 = palleauraus, 4 = ketjujyrsintä ja 5 = mätästys.

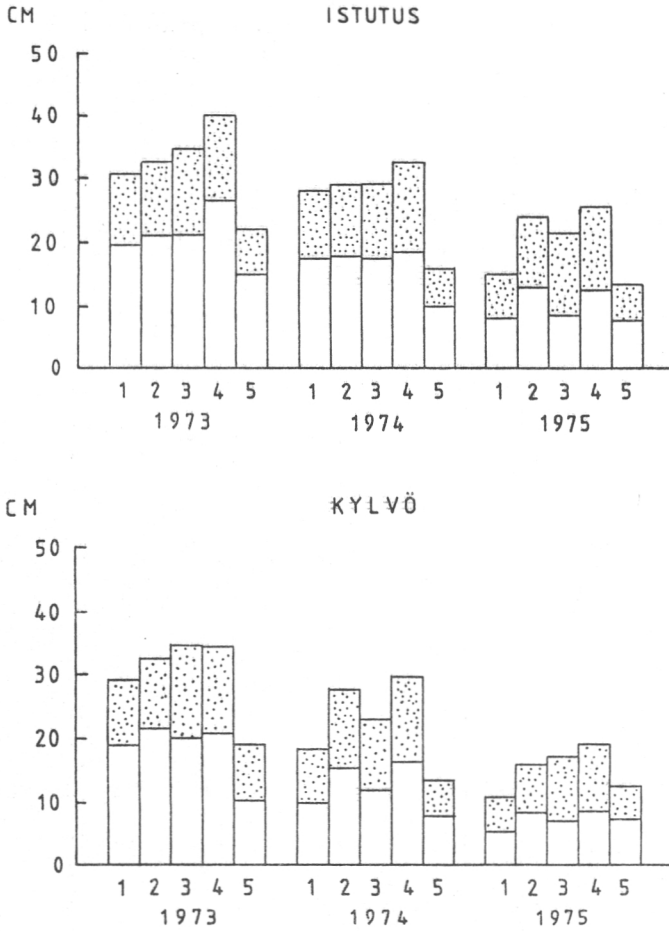


Kuva 2. Maankäsittelyn ja viljelyn välisen ajan pituuden vaikutus istutus- (---) ja kylvötaimien (...) elossaoloon 6. kasvukauden lopussa. Maankäsittelyt: 1 = laikutus, 2 = piennarauraus, 3 = palleanauraus, 4 = ketjujyrsintä ja 5 = mätästys.



Kuva 3. Istutus- ja kylvötaimien tuhot v. 1976 - 1980. Tuhot on ilmaistu kuolleisuutena (%). Tuhot: R = rouste-tuho, L = lumikaristetuho, F = fysiogeeninen tuho (kuivuus/märkyys), M = muu tuho.





Kuva 4. Istutus- ja kylvötaimien pituus ja pituuskasvu v. 1980. Maankäsittelyt: 1 = laikutus, 2 = piennarauraus, 3 = palleauraus, 4 = ketjujyrsintä ja 5 = mätästys.

## MÄNNYNVORSORUOSTEEN AIHEUTTAMISTA VAURIOISTA JA KASVUTAPPIOISTA

Risto Jalkanen

Männynversoruoste (Melampsora pinitorqua) on yksi pahimmista sienitaudeista Lapissa. Tosin se puuttuu maakunnan pohjoisosasta (Kurkela 1969), mutta on lähes optimioloissa Pohjois-Suomen eteläosissa, missä joidenkin avoalojen uudistaminen on täysin estynyt versoruosteen takia. Pähää tuhoa voi nähdä esim. Lapin kolmion alueella. Vaikka pahimmat versoruostejaksot seuraavatkin toisiaan noin viiden vuoden välein, tautia on aina runsaasti jossain päin Pohjois-Suomea.

Versoruosteen aiheuttava sieni on 2-isäntäinen. Ns. välisäntänä toimii haapa, jota ilman sieni ei pysty kehittämään täydellistä elinkiertoaan. Siellä, missä haapaa on runsaasti, versoruostetuhot ovat pahimmasta päästä. Pitämällä haapa kurissa versoruostetuhot voidaan pitää pieninä tai jopa ehkäistä kokonaan.

Versoruosteen esiintymiseen vaikuttavat oleellisesti alkukesän sääolot. Taudin ankaruudesta taas riippuu, kuinka paljon ja minkälaisia vaurioita mäntyihin tulee. Haavassa sieni ei aiheuta varsinaisia vaurioita, joskin sien runsas lisääntymisen haavan lehdillä keskikesästä alkaen aiheuttanee lieviä kasvutappioita.

Esitelmässä keskitytään versoruosteen männylle aiheuttamiin vaurioihin, puun kykyyn ja tapaan uudistua saamistaan vaurioista ja pituuskasvutappioihin. Paksuuskasvuunhan versoruoste ei suoranaisesti vaikuta. Pituuskehityksen ohella versoruoste heikentää puun laatua, mikä voidaan todeta pitkienkin aikojen kuluttua (Kardell 1966). Koska versoruoste on taimikoiden tauti, vauriot kohdistuvat aina tyvitukin korkeudelle. Jatkuvasti versoruosteen vaivaamista puista ei tule koskaan tukkipuita.

## Versoruosteaineisto

Esitelmässä tarkastellaan neljästä Rovaniemen ympäristössä sijaitsevasta, keskimäärin 10-vuotiaasta ja pituudeltaan 1,7-metrisestä mäntytaimikosta syksyllä 1982 kerättyä versoruoste-tietoa. 65 koealalta tarkastettiin kaikkiaan 678 mäntyä. Metsiköissä esiintyi versoruostetta vuosina 1980 - 1982, joista keskimääräinen oli selvästi pahin (kuusi mäntyä kymmenestä saastunut). Versoruosteisuus määritettiin vain latvakasvaimen tilan perusteella. Vuonna 1982 taimikot olivat selvästi tervehtyneet.

Vuosien 1980 - 1982 aikana säilyi täysin terveenä ainoastaan 14,6 % puista (alueittainen vaihtelu 3,8 - 23,0 %). Puukoh-tainen versoruosteaste vaihteli kuitenkin huomattavasti vuosittain. Latvakasvaimen versoruosteisuuden perusteella puut luokiteltiin kolmella tavalla: 1) puu oli kestävä tautia vastaan, 2) versoruosteen helmi-itiöpesäkkeet jättivät kasvaimeen arpia, mutta kasvu jatkui entisestä rangasta (arpiset puut) ja 3) latvakasvain tuhoutui (ranganvaihto). Saastuneiden puiden latvakasvain tuhoutui yhdessä puussa neljästä v. 1980 ja yhdessä kolmesta v. 1981. Mahdollisista ranganvaihtoista v. 1982 ei voitu vielä tehdä havaintoja. 20 puussa (3,0 % koko puumäärästä) latva tuhoutui perättäisinä vuosina. Ranganvaihto oli sitä yleisempää, mitä enemmän metsikössä oli versoruostetta.

Seitsemän puuta kymmenestä jatkoi joko terveenä tai arpi kyljessä, ja siten noin 30 % (208 mäntyä) joutui latvakadon uhriksi. Ranganvaihtoon joutuneista puista yhdeksässä tapauksessa kymmenestä vanhan latvakasvaimen tyvi jäi eloon ja vain yhdessä tapauksessa kymmenestä latvakasvain tuhoutui kokonaan. Lähes joka toiseen (47,8 %) eläväksi jääneeseen tyveen puhkesi piilosilmuja kääpiöversoista. Kuitenkin vain kuusi puuta (6,8 %) 89:stä näytti saavan uuden latvan näistä silmuista. Kun silmuja syntyi, yleisimmässä luokassa oli silmuja 6 - 10

kpl, ja yhdessä luokan "3 - 5 silmua" kanssa ne käsittivät jo 65,2 % havainnoista. Yhteen elävään tyveen syntyi yli 20 silmua, mutta sekin puu uudistui oksan kautta. Yhdessä puussa ei todettu uutta latvaa lainkaan. Valtaosa (92,1 %) silmuja tehneistä puista uudistui oksasta. Kaikista latvansa menettäneistä puista 19 mäntyä 20:stä (96,6 %) päätyi oksasta uudistumiseen, jolloin loppujen eli niin sanottujen epävarmasti uudistuneiden osuudeksi jäi 3,4 % (7 puuta 208:sta). Oksasta uudistuneiden puiden vanha latvakasvain oli elossa yhdeksässä puussa kymmenestä (89,0 %), mutta silmuja niissä oli vain 4 puussa kymmenestä (40,8 %). Uusi oksalatva muodostui aina tuhoutuneen kasvaimen ikäisestä kiehkurasta.

#### Elinvoimaisuus ja tautisuus

Terveitä puita oli v. 1980 kaikkiaan 343 kpl (50,6 %). Jakamalla nämä puut vuoden 1981 tautisuuden perusteella kolmeen luokkaan ja tarkastelemalla näiden luokkien keskimääräisiä pituuskasvuja edellisenä vuonna versoruosteelle alttiit puut kasvoivat tilastollisesti enemmän kuin terveinä säilyneet puut: Terveinä säilyneet puut kasvoivat v. 1980 keskimäärin 17,0 cm, kun latvansa menettäneet olivat lisänneet pituuttaan 19,8 cm (ero 16,5 %). Eniten kasvoivat kuitenkin arpiset puut (21,8 cm, ero 28,2 %), joiden paksumpi kasvain on todennäköinen syy latvan säilymiseen taittumatta.

Arpiset puut osoittautuivat terveitä elinvoimaisemmiksi myös tarkasteltaessa vuoden 1980 pituuskasvua ja tautisuutta. Arpiset männyt kasvoivat 30,9 % paremmin. Sen sijaan latvansa menettäneiden kasvu tässä tarkastelussa jäi alle terveiden kehityksen, kun pituudeksi otettiin korvaavan kasvaimen (oksan) pituus. Tuhoutuneen kasvaimen todellista pituuttahan ei ker-  
tainventoinnilla voitu määrittää. Sama vertailu vuoden 1981 osalta osoitti myös arpisten mäntyjen elinvoimaisuuden riippumatta siitä, miten voimakkaasti versoruoste oli vikuuttanut puita kesällä 1980. Toisaalta terveiden ja arpisten väliset

pituuskasvuerot pienenivät versoruosteen ankaruuden lisääntyessä.

### Kasvutappiot

Koska nopeammin kasvaneet puut osoittautuivat alttiimmiksi versoruosteelle kuin hitaammin kasvaneet, sairaiden pituuskasvuja ei verrattu suoraan terveiden puiden kasvuun. Absoluuttiset kasvuthan olivat eräissä lievästi sairaisissa ja pahoin sairaisissa puuluokissakin niiden toipumisen jälkeen parempia kuin terveillä puilla. Siksi kullekin versoruosteisuusluokalle laskettiin "pituuskasvut ilman versoruostetta" käytämällä hyväksi terveiden puiden kasvukäyrää ja sairaiden puiden kasvua ennen sairautta.

Kaikki versoruostevauriot taannuttivat pituuskasvua. Yhden vuoden arpisuus aiheutti kolmessa vuodessa keskimäärin 4,6 % kasvutappion (13,2 % v. 1982). Vuosittain toistunut arpisuus oli pudottanut 3. vuoden (1982) kasvua jo 27,0 %, ja keskimääräiseksi kasvutappioksi v. 1980 - 1982 muodostui 10,0 %.

Ranganvaihdosta seurasi välittömästi 35,1 - 40,5 %:n pituustappiot. Toisin ilmaistuna, latvamenetyksen tuloksena uudeksi latvaksi valikoituneen oksan pituus vanhaan verrattuna oli 59,5 - 64,9 %. Toinen perättäinen ranganvaihto pudotti kasvun tason 36,9 %:iin siitä kasvusta, minkä puut olisivat kasvaneet ilman versoruostetta. Tässäkin välitön tappio tuhoutuneeseen kasvaimeen verrattuna oli aiemmin mainitun suuruinen (35,6 %). Arpia saaneiden puiden pituuskasvu taantui koko tarkastelujakson ajan. Sen sijaan ranganvaihdon jälkeen puut toipuivat nopeasti, joskaan normaalitasoa ei vielä saavutettu. Ilman uusia versoruosteinfektioita rankaa vaihtaneiden mäntyjen arvellaan saavuttavan normaalin tason 2 - 3 vuoden kuluttua viimeisestä vauriosta. Ranganvaihtojen v. 1980 - 1982 aiheuttamat kokonaistappiot pituuskasvussa vaihtelivat 25,0 %:sta 43,9 %:iin riippuen vauriovuodesta ja vaurion uusiutumisesta. Kun

ranka vaihtui v. 1981, kasvun taso jäi 75,0 %:iin (kasvutappio 25,0 %). Jos latva vaihtui vuotta aikaisemmin, tappiota ehti tulla 31,1 %. Kaksi perättäistä ranganvaihtoa aiheutti 43,9 % kasvutappion (kasvun taso 56,1 % normaalista).

Versoruosteen kaikissa metsiköissä aiheuttamat kokonaistappiot pituuskehityksessä olivat ensimmäisenä epidemiavuonna (1980) 5,2 %, toisena 12,9 % ja kolmantena 18,2 %. Keskimääräinen menetys kolmessa vuodessa oli siten 12,6 % eli absoluuttisesti 9,2 cm jokaista mitattua mäntyä kohti. Se vastaa noin puolen vuoden pituuskasvua. Ja 678 männyn kohdalla kaikkiaan 61,55 m (12,61 m/ha) hyvää laatupuuta!

#### Kirjallisuus

- KARDELL, L. 1966. Några observationer av knäckesjuckangrepp på tall i Västerbottens inland. Sv. Skogsvårdsförb. Tidskrift 64(7):649-663.
- KURKELA, T. 1969. Haavanruosteen esiintymisestä Lapissa. Summary: Leaf rust on aspen in Finnish Lapland. Folia For. 64:1-4.

## POHJOIS-SUOMESSA SUORITETTAVAT INVENTOINTITUTKIMUKSET

Eero Mattila

## Johdanto

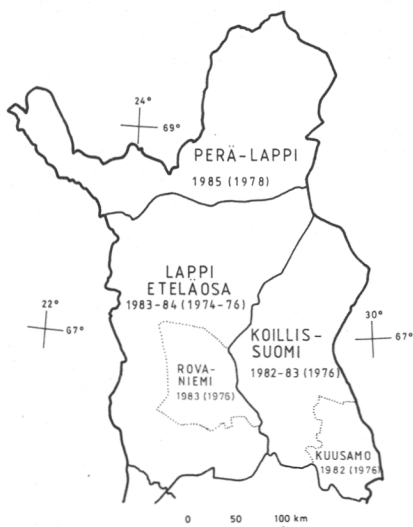
Eräänlaisen hajasijoitusajattelun tuloksena Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusasemalle siirtyi Helsingistä inventointialan tutkija syksyllä 1976. Valtakunnan metsien kuudes inventointi oli tuolloin juuri saatettu päätökseen kenttätöiden osalta Lapissa. Inventointitutkijan sijoittamista Pohjois-Suomeen voitaneen pitää investointina, jonka tulo-odotukset ovat suurimmillaan lähitulevaisuudessa. Lapin läänin ja Kuusamon kunnan metsävarat arvioidaan parin - kolmen vuoden sisällä. Pohjoisen erikoisolot ja tiedontarpeet voidaan nyt ottaa paremmin huomioon kuin aikaisemmissa inventoinneissa.

Pohjois-Suomen inventointitutkimus sisältää valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) ja siihen liittyvän menetelmätutkimuksen. Alan tiedotustoiminnan merkitys on ilmeinen ja kasvava. Tiedottamiseen kuuluu pienalueittaisten tulosten laskeminen ja julkistaminen sekä muu konsultointi tulosten käyttäjien kanssa. Inventoinnin yhteydessä tehdään erillisselvityksiä, jotka eivät suoranaisesti palvele VMI:n tarkoituksia. Tämän toiminnan mahdollisuudet ovat kuitenkin erillisen lisärahoituksen varassa.

VMI:n johto ja ensisijainen tuloslaskenta on edelleenkin Helsingissä. Tämä on tarpeen inventoinnin objektiivisuuden ja tulosten yhdenmukaisuuden säilyttämiseksi.

VMI:n tehtävänä on tuottaa tietoa metsätalouden suunnittelun ja järjestelyn tueksi suuralueilla. Inventoinnin näytetiheys mahdollistaa käyttökelpoisten tulosten laskemisen kuntaryhmä- ja piirimetsälautakuntatasolla. Pohjois-Suomessa, suurista pinta-aloista ja inventointimenetelmästä johtuen, päätulokset ovat johtopäätösten kannalta riittävän luotettavia myös kuntatasolla.

Uusin metsävaraselvitys Lapin ja Koillis-Suomen piirimetsä-lautakuntien alueella käynnistyi viime kesänä Kuusamossa (kuva 1). Kuluvana vuonna arvioidaan Koillis-Suomen piirimetsälautakunta loppuun ja mahdollisesti osa Lapin piirimetsälautakunnasta. Alkanut inventointi on tarkoitus saattaa päätökseen vuonna 1985 Perä-Lapissa. Edellisen kerran Lapin metsävarat arvioitiin vuosina 1974 - 1976 ja 1978.



Kuva 1. Inventoinnin kenttätöön vuodet eri osa-alueilla Lapin ja Koillis-Suomen piirimetsälautakunnissa. Suluissa edellisen inventoinnin ajankohta.

Ensi kesänä inventointia tehdään myös Pohjois-Pohjanmaan piirimetsälautakunnan alueella. Sieltä liikenevät resurssit viime kädessä ratkaisevat työalueen laajuuden vuonna 1983 Lapin piirimetsälautakunnassa.

Seuraavassa kirjoituksessa käsitellään Lapin metsävaroihin ja niiden inventointiin liittyviä ajankohtaisia kysymyksiä. Inventointimenetelmää kuvataan suhteellisen laajasti sen vuoksi, että tieto esim. näytteen alueellisesta rakenteesta auttaa ymmärtämään inventointituloksia ja niiden käyttökelpoisuutta paremmin. Kirjoituksessa sivutaan mm. Lapin metsätasetta, Mauri-myrskyn aikaansaannoksia ja porojen talvilaitumien arviointia. Lopussa myös kerrotaan osin yhteispohjoismaisin varoin suoritettavasta satelliittikuvatutkimuksesta.



## Yleistä Lapin metsävaroista

Tällä hetkellä käytettävissä olevat metsävaratiedot ovat joiltakin osin vanhentuneet. Kerrattakoon tässä vain lyhyesti perustiedot Lapin metsistä (Kuusela ja Salminen 1978, Mattila ja Kujala 1980):

Muuttuja \ Alue	Alue	Koillis-Suomi	Lappi eteläosa	Perä-Lappi	Yhteensä
Maapinta-ala	km <sup>2</sup>	25 650	44 480	28 570	98 700
Metsämaata	km <sup>2</sup>	17 830	28 020	7 420	53 270
	%	69,5	63,0	26,0	54,0
Kangasmaata	%	62,1	57,4	78,1	64,7

Lapin ja Koillis-Suomen piirimetsälautakuntien maapinta-ala on lähes 10 milj. ha, josta metsämaata edellisen inventoinnin mukaan 5,3 milj. ha 1. 54 %. Kankaiden osuus kasvaa etelästä pohjoiseen ollen keskimäärin 65 %. Puusto ja sen rakenne on seuraava:

Muuttuja \ Alue	Alue	Koillis-Suomi	Lappi eteläosa	Perä-Lappi	Yhteensä
Keskitilavuus metsämaalla, m <sup>3</sup> /ha		46,3	46,3	61,1	48,4
Kokonaispuusto, milj. m <sup>3</sup>		86,8	138,2	55,5	280,5
Siitä metsämaalla, %		95,2	93,9	81,6	91,9
Metsä- ja kitumaan puustosta					
Mäntyä		54	54	82	60
Kuusta	%	31	25	2	22
Lehtipuita		15	21	16	18
Tukin osuus, %		37	31	27	32

Puuston kokonaistilavuus on 281 milj. m<sup>3</sup>, mistä 92 % kasvaa metsämaalla. Puuston keskitilavuus metsämaalla on selvästi suurin Perä-Lapissa, mikä johtuu yli-ikäisten hakkaamattomien

männiköiden runsaudesta siellä. Suuresta keskikuutiosta ja männyn suuresta osuudesta huolimatta tukin osuus puuston tilavuudesta on pienin Perä-Lapissa. Tämä melkoiselta osalta on seurausta lähes luonnontilaisten metsien heikosta järeyskehityksestä. Seuraava asetelma kuvaa metsämaan metsiköiden ja kaantumista kehitysluokkaryhmiin:

Kehitysluokkaryhmä \ Alue	Koillis-Suomi	Lappi eteläosa	Perä-Lappi	Yhteensä
	%			
Aukeat + taimikot	36	31	12	30
Muut kasvatettavat <sup>1)</sup>	24	33	37	31
Uudistettavat <sup>2)</sup>	40	36	51	39
Yhteensä	100	100	100	100

1) Harvennus- ja väljennysmetsät, suojuspuuasennot

2) Uudistuskypsät ja vajaatuottoiset metsät

Tavoitemetsään (Kuusela 1977) verrattuna uudistettavia metsiä on koko alueella liikaa, harvennus- ja väljennysmetsiä liian vähän. Luokan "aukeat ja taimikot" osuus on liian pieni Perä-Lapissa, muualla sen sijaan lähes tavoitteen mukainen. Asetelman ulkopuolelta kuitenkin todettakoon, että metsänviljelyn viivästymisen johdosta puutonta uudistusala on monin paikoin liian paljon (Kuusela 1982). Lakimetsät ja erilaiset luonnon-suojelualueet alentavat puuntuotantoa Lapissa merkittävästi. Seuraava asetelma kuvaa tilannetta Pohjois-Lapin osalta (Mattila 1982b, s. 8):

Metsämaata	30 600 km <sup>2</sup>	47 % maa-alasta
Siitä:		
Puistoissa <sup>1)</sup>	2 470 km <sup>2</sup>	8 % metsämaasta
Lakimetsissä	4 340 km <sup>2</sup>	14 % "
Luonnonhoitometsissä	1 230 km <sup>2</sup>	4 % "
Ojitusrauhhoitusalueilla	410 km <sup>2</sup>	1 % "

1) Perustetut ja perustamispäätöksen omaavat luonnon- ja kansallispuistot

27 % metsämaasta on varsinaisen puuntuotannon ulkopuolella yhdeksän pohjoisimman kunnan alueella. Mainittakoon tässä, että luonnonsuojelualueiden puuntuotantoa pienentävä vaikutus keskeisessä hakkuusuunnitteessa otetaan huomioon ns. suojeluvähennyksenä.

Edellä kuvatun perusteella voidaan tiivistäen todeta, että Lapin metsävaroille on ominaista suuret pinta-alat, pienet puumäärät pinta-alayksikköä kohti, männyn suuri osuus puustosta, epäedullinen kehitysluokkajakauma ja luonnonoloista sekä luonnonsuojelusta johtuvat huomattavat puuntuotannon rajoitukset.

#### VMI:n menetelmä

Systemaattinen maastoarviointi on säilynyt päämenetelmänä valtakunnallisissa metsävaraselvityksissä pohjoismaissa. Tämä johtuu mm. tarvittavan tiedon laadusta, kulkuolosuhteista ja metsien esiintymismallista tällä alueella. Ilmakuvia käyttävien menetelmien tehokkuus pelkkään maasto-otantaan verrattuna on kuitenkin lisääntymässä. Tähän suuntaan vaikuttaa ilmakuvatekniikan kehittyminen yhdessä maastotyökustannusten nopean nousun kanssa.

Pohjois-Suomessa ilmakuvien potentiaalinen hyöty on suurempi kuin Etelä-Suomessa. Tämä johtuu pohjoisen huonommista kulkuolosuhteista ja kuvatulkinnan kannalta yksinkertaisemmista metsistä.

Lapin metsien inventoinnissa ilmakuvia on käytetty hyväksi 1970-luvun alusta lähtien (Poso ja Kujala 1971, 1978). Maastotyötä voidaan vähentää joskaan ei kokonaan korvata ilmakuvia tulkitsemalla. Suurin hyöty ilmakuvista saavutetaan puuston määrän ja maaluokkien osuuksien arvioinnissa. Vastakohtana mainittakoon puuston rakenne ja metsien tila, joista ilmakuvat antavat tietoa vain niukasti. Menetelmätutkimuksen tehtävänä on yhdistää ilmakuva- ja maastoarvioinnin edut sellaisella tavalla, että tulosten käyttökelpoisuus kaikilta osin säilyy VMI:n tarkoituksella vastaavalla tasolla.

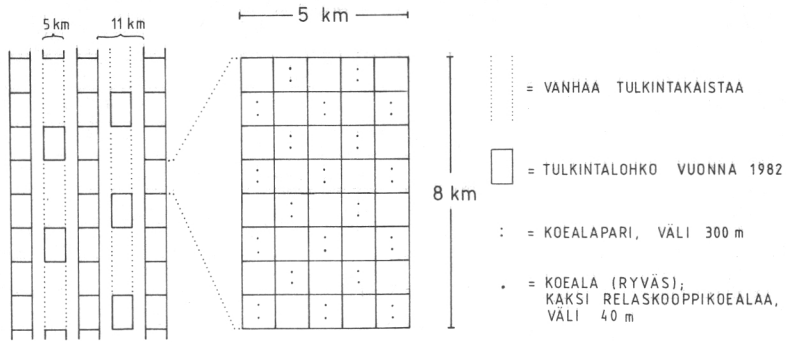
Inventointimenetelmän tehokkuus määritellään kustannusten ja tulosten tarkkuuden funktiona. Menetelmä on sitä tehokkaampi mitä halvemmallä asetettu tilastomatemattinen tarkkuustavoite saavutetaan. Taikka, asia toisin ilmaistuna, tehokkaampi menetelmä antaa tarkemmat tulokset samoilla kustannuksilla. Yhdistetty ilmakeu- ja maastoarviointi mahdollistaa puuston määrän ja maaluokkien osuuksien arvioinnin pienalueilla luotettavammin kuin pelkkää maastoarviointia käytettäessä. Menetelmien tehokkuusero näiden tunnusten arvioinnissa kasvaa tulostusalueen pienenessä.

Kuvamateriaali vaikuttaa kustannuksiin ja ilmakeuvainformaation laatuun. Käytännöllisistä ja kustannussyistä VMI:ssä on käytettävä suhteellisen pienimittakaavaisia mustavalkoisia ilmakeuvia. Ainoa tähän tarkoitukseen sopiva koko Pohjois-Suomen kattava tasalaatuinen kuvamateriaali tulee tällä hetkellä puolustusvoimien yläkuvauksista. Perä-Lapin inventoinnissa mittakaava oli 1:60 000 (= kuvausmittakaava). Etelämpänä on käytetty suurennosta mittakaavaan 1:50 000.

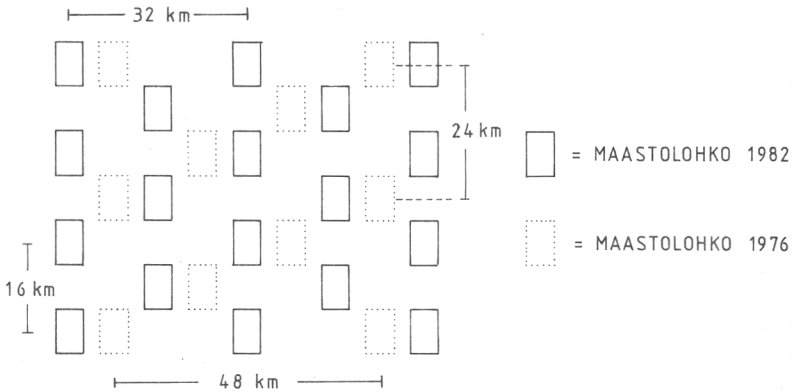
Valtakunnan metsien inventoinnissa tarkkuustavoite koskee runkopuun kokonaistilavuutta piirimetsälautakuntatasolla. Pää-tulostusalueet Lapissa ovat Koillis-Suomen piirimetsälautakunta, Perä-Lappi ja Lapin piirimetsälautakunnan eteläosa. Ilmakeu- ja maastonäyte mitoitetaan siten, että puuston tilavuusarvion suhteellinen keskivirhe näillä alueilla on enintään 4 %.

#### Kuusamon koeinventointi

Kuusamosta 1982 aloitetun uuden inventoinnin erityisenä tavoitteena on tulosten käyttökelpoisuus kuntatasolla. Näyte suunnitellaan ja tulokset lasketaan kunnittain. Sekä ilmakeu- että maastonäytettä lisätään ja hajautetaan edellisestä inventoinnista (kuvat 2 ja 3). Hajauttamisen tarve on sitä suurempi mitä pienemmille alueille tuloksia halutaan. Inventointimenetelmä mahdollistaa myös tulosten jälkikäteen tapahtuvan tarkentamisen pienalueilla ilmakeuvakoealojen lisätulkinnan kautta.



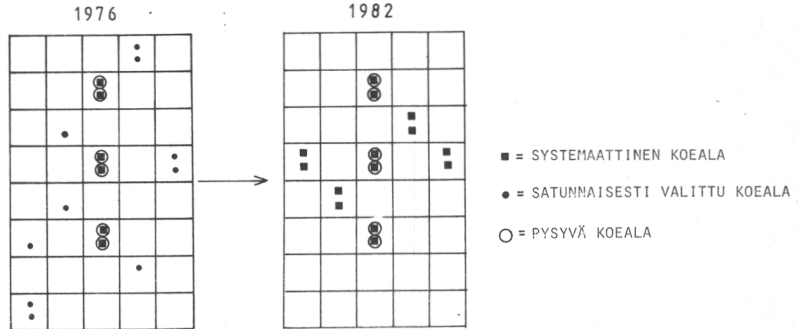
Kuva 2. Tulkintanäytteen rakenne vuosina 1976 ja 1982 Kuusamossa.



Kuva 3. Maastolohkojen sijainti ennen ja nyt.

Uudessa inventoinnissa ilmakuvanäyte on systemaattinen kuten ennenkin. Näytettä lisättiin Kuusamossa 33 % yhden tulkintakoealan edustaman maa-alan ollessa nyt  $2,4 \text{ km}^2$ . Merkittävä muutos edellisestä inventoinnista on nyt siinä, että koko maastonäyte myöskin on systemaattinen (kuva 4). Tulkintakoealan

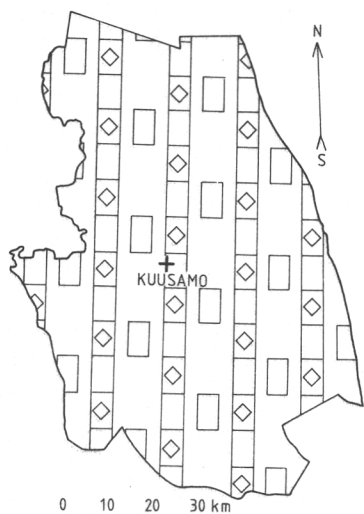
tuleminen maastokoealaksi ei näin ollen riipu sen tulkintatiedoista vaan sen sijainnista yhtenäiskoordinaatistossa. Näytesuhteeksi Kuusamossa muodostui 42/320 l. 320 tulkintakoealasta mitattiin 42 koealaa maastossa.



Kuva 4. Erilaisten maastokoealojen sijainti maastolohkolla vanhassa ja uudessa inventoinnissa.

Käytännön inventoinnin kannalta systemaattisessa maastonäytteessä on useita painavia etuja. Ilmakuvien tulkintaa voidaan nyt tehdä myös maastonäytteen mittaamisen jälkeen. Tämä mahdollistaa tulkintänäytteen joustavan mitoittamisen tarkkuustavoitetta vastaavaksi. Pelkästä maastonäytteestä voidaan nyt laskea harhattomia ennakkotuloksia, jotka inventointituloksina ovat kuntatasolla suuntaa-antavia ja piirimetsälautakunnan puitteissa jo sellaisenaan käyttökelpoisia.

Edellisessä inventoinnissa tulkintakoealat lajiteltiin ryhmiin, joista jokaisesta valittiin vähintään yksi koeala mitattavaksi maastossa. Tähän ns. ryhmitysmenetelmään (Poso 1972) verrattuna kokonaan systemaattinen maastonäyte merkitsee menetelmällisen tehokkuuden alentumista. Tämä on osasy siihen, että maastonäytettä lisätään edellisestä inventoinnista.



Kuva 5. Ilmakuva- ja maastonäyte Kuusamossa vuonna 1982.

Kuusamossa mitattiin 260 maastokoealaa 24 loholla (kuva 5). Maastonäytteen perusteella saadaan seuraavat arviot ja niiden suhteelliset keskivirheet:

Muuttuja	Arvio	Virhe %
Metsämaan osuus, %	66,9	5,6
Metsämaan keskikuutio <sup>1)</sup> , m <sup>3</sup>	55,1	10,2
Metsätalousmaan osuus, %	94,7	1,4
Metsätalousmaan keskikuutio <sup>1)</sup> , m <sup>3</sup>	41,7	11,7
Keskikuutio maalla	39,6	12,0

<sup>1)</sup> Sisältää myös käyttökelpoisen luonnonpoistumapuun

Inventoinnissa maapinta-ala tiedetään, joten puuston tilavuusarvion suhteellinen keskivirhe on sama kuin maalle lasketun keskikuution suhteellinen keskivirhe (12 %). Rakenteellisesti samanlaisella maastonäytteellä vastaava virheluku Koillis-Suomen piirimetsälautakunnan alueella tulee olemaan 5 - 6 %. Edellä mainittu tavoitetarkkuus piirimetsälautakuntatasolla (4 %) saavutetaan, kun ilmakuvanäytteen tarjoama lisäinformaatio on käytetty laskennassa hyväksi.

## Pysyväisluonteiset maastokoealat

Kasvun ja poistuman selvittämiseen kiinnitetään uudessa inventoinnissa entistä suurempaa huomiota. Tätä edellyttää mm. Lapin metsätaseongelma, joka on entistäkin polttavampi syksyn 1982 myrskytuhon jälkeen.

Osa edellisen inventoinnin maastokoealoista paikallistetaan ja mitataan uudestaan VMI:n maastotyön yhteydessä (kuva 4). Uusintamittaus antaa yksityiskohtaista tietoa kasvun ja poistuman rakenteesta alueittain. Tämä osaltaan mahdollistaa metsätaseen tarkastelun pienemmillä alueilla kuin aikaisemmin. Tavoitteena on viime kädessä pidettävä toisaalta kokonaismetsätaseita kuntatasolla ja toisaalta omistajaryhmäkohtaisia metsätaseita piirimetsälautakunnan puitteissa.

Metsäntutkimuslaitoksen puunkäyttötutkimusten (ks. esim. Huttunen 1982) mukaan Lapin ja Koillis-Suomen piirimetsälautakuntien yhteinen metsätase kaudelta 1971 - 1981 on lievästi negatiivinen (Lapin... 1983):

Puulaji	Metsätase
Mänty	-5,38 milj. m <sup>3</sup>
Kuusi	+0,45 "
Havupuut yht.	-4,93 "
Lehtipuut	+3,54 "
Yhteensä	-1,39 milj. m <sup>3</sup>

Suurin kestävä hakkuusuunnite on ylitetty vajaalla puolellatoista miljoonalla kuutiometrillä 11 vuoden aikana. Määrä saattaa tuntua pieneltä, mutta Lapin metsätaseongelma onkin enemmän rakenteellinen kuin määrällinen. Arvokkainta mäntypuustoa on ylihakattu 5,38 milj. m<sup>3</sup>, samalla kun hakkuusäästöä lehtipuiden osalta on kertynyt 3,54 milj. m<sup>3</sup>. Näiden lukujen valossa vaatimukset lehtipuuston suosimisesta metsänkasvatuksessa Lapissa eivät vaikuta järkeviltä.

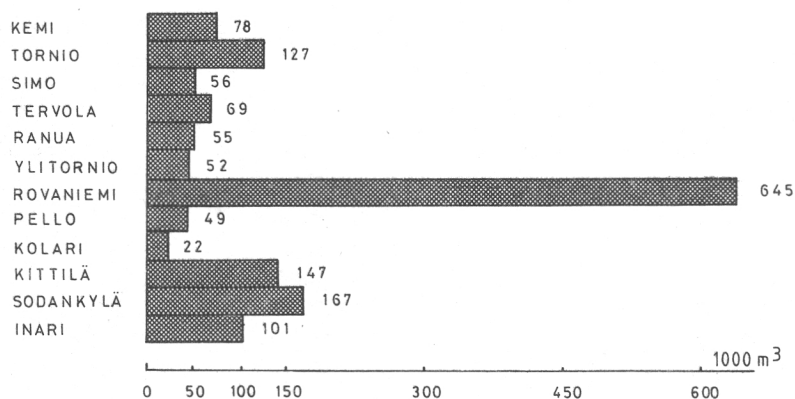


Syksyn 1982 myrskytuho (Mauri-myrsky 22.9.) kohdistui valtaosin varttuneisiin mäntyvaltaisiin metsiin Lapin parhailla puuntuotantoalueilla. Metsätaseen kannalta tuho kohdistui lähes pahimmalla mahdollisella tavalla. Kaatuneen puuston tilavuusarvio Lapissa on 2,7 milj. m<sup>3</sup> seuraavasti (Mattila 1982a):

Yksityismaat:

Lapin pml	1 000 m <sup>3</sup>	1 580
Koillis-Suomi	"	190
Valtion maat	"	941
Yhteensä	"	2 711

Myrskytuhon kartoittamiseksi Lapin piirimetsälautakunnan yksityismailla suoritettiin lentotiedustelu. Sen perusteella voitiin todeta, että myrskytuho on sekä absoluuttisesti että suhteellisesti pahin Rovaniemen alueella (kuva 6).



Kuva 6. Mauri-myrskyn kaataman puuston määrä yksityismailla kunnittain Lapin piirimetsälautakunnan alueella.

Lentotiedustelua ei tehty Muonion, Utsjoen ja Enontekiön kuntien alueella. Kaatuneen puuston tilavuusarvio Muoniossa (12 000 m<sup>3</sup>) sisältyy edellä esitettyyn numeroasetelmaan.

VMI:n aikataulun suhteen myrskytuho sattui sopivaan ajankoh-  
taan. Inventointi aloitetaan laajamittaisena välittömästi  
myrskyä seuraavana kesänä. Jos Lapin piirimetsälautakunnan  
alueelle ehditään kesällä 1983, arvioinnin kohteeksi otetaan  
Rovaniemen seutu.

Uusintamittausten perusteella edellisen inventoinnin maasto-  
koealoja voidaan 'päivittää' ajan tasalle. Tämä systemaatti-  
nen lisänäyte voidaan ottaa mukaan laskettaessa tuloksia pel-  
kän maastonäytteen perusteella. Näin saatava puuston tilavuus-  
arvio on tarkkuudeltaan lähellä inventoinnin tavoitetarkkuutta  
piirimetsälautakuntatasolla. Menettely edellyttää kuitenkin  
mahdollisten systemaattisten virheiden huolellista eliminoin-  
tia.

Uudestaan mitattuja koealoja ei voida käyttää osana yhdistetyn  
ilmakuva- ja maastoarvioinnin maastonäytettä. Uusi maasto-  
näyte yhdessä ilmakuvanäytteen kanssa kuitenkin antaa tarkim-  
man arvion esim. metsämaan pinta-alasta ja puuston määrästä  
piirimetsälautakunta- ja varsinkin kuntatasolla.

Pysyväisluonteisten koealojen perustamista jatketaan uuden  
maastonäytteen mittaamisen yhteydessä. Kuusamossa mitattiin  
pysyvinä 6 koealaa 14:sta eli 43 % (kuva 4). Samoilla koe-  
aloilla uusintamittaus tehdään vain kerran. Tämä on perus-  
teltua koealojen katoamisen ja erinäisten systemaattisten vir-  
heiden välttämisen vuoksi.

#### Porojen talvilaitumien arviointi

Valtakunnan metsien inventoinnin yhteydessä voidaan suorittaa  
erillisselvityksiä pienin lisäkustannuksin. Tästä esimerkkinä  
on koko poronhoitoalueen kattava talvilaitumien arviointi 1970-  
luvun lopulla. VMI:n etuina laidunarvioinnin runkona voidaan  
mainita näytteen objektiivisuus sekä inventoinnin nopea etene-  
minen ja toistuvuus. Haittana puolestaan on se, että VMI:n  
näytetiheys ei mahdollista kaikkien laiduntunnusten arvioimis-  
ta paliskunnissa.



Kuva 7. Suomen poronhoitoalue ja sen jako merkkipiireihin sekä etelä-, keski- ja pohjoisosaan.

Suomen poronhoitoalue jaetaan 56 paliskuntaan ja 14 merkkipiiriin (kuva 7). Maapinta-ala on 11,5 milj. ha, mistä 60 % on kangasmaita. Yhtä vuotta vanhempien porojen lukumäärä talvella oli kautena 1971 - 1978 keskimäärin 150 000. Elinkeinon edellytyksiä poronhoitoalueen etelä-, keski- ja pohjoisosassa kuvaa seuraava asetelma (Mattila 1979, 1981):

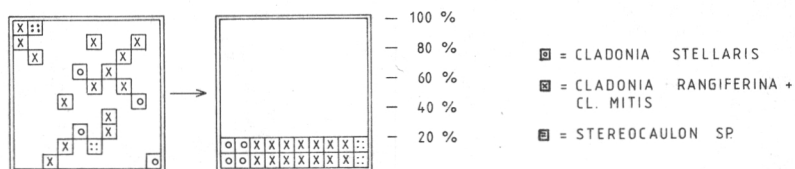
Tunnus \ Alue	Etelä-osa	Keski-osa	Pohjois-osa	Koko alue
Maapinta-ala, km <sup>2</sup>	35 022	51 876	27 895	114 793
Kangasmaaprosentti	48	58	78	60
Poromäärä (1971 - 1978)	37 200	70 800	42 500	150 500
Poroa kohti arvioidut ravintovarot:				
Kangasmaata, ha	45,2	42,5	51,2	45,8
Luppometsää, ha	5,0	6,9	1,9	5,0
Jäkälää, 1 000 kg <sup>1)</sup>	2,3	4,5	16,1	7,2
Metsälauhaa, 1 000 kg <sup>1)</sup>	7,6	2,3	4,2	4,1

1) Kuiva-ainetta

Porojen lukumäärä riippuu talviravinnon saatavuudesta. Kriittisimpänä talviaikana porot hakevat ruokaansa kankailta, joten talvilaidunarviointi rajoitettiin koskemaan vain kangasmaita.

Laiduninventoinnissa kangasmaat jaettiin seitsemään laidunluokkaan jäkälän, metsälauhan ja lupon kasvupaikkavaatimusten perusteella. Metsämaalla erotettiin puuston kehitysluokan perusteella nuoret ja vanhat metsät, jotka molemmat jaettiin edelleen kasvupaikan ravinteisuuden perusteella tuoreisiin, kuivahkoihin ja kuiviin maihin. Kitu- ja joutomaan kankaat muodostavat oman metsämaasta selvästi erottuvan laidunluokansa.

Laidunluokkien pinta-alat arvioitiin VMI:n näytteiden perusteella. Jäkälän, metsälauhan ja lupon esiintymisrunsautta näissä luokissa arvioitiin osalla VMI:n maastokoealoista. Tarvittavat lisämittaukset ja -luokitukset tehtiin osin VMI:n maastotyön yhteydessä (Perä-Lappi) ja osin 1 - 3 vuotta sen jälkeen. Laiduntietojen samanaikaisesta keruusta aiheutuva ajanmenekin lisäys merkitsee noin 5 %:n osuutta VMI:n kokonaiskustannuksista.



Kuva 8. Jäkälän peittävyys ja lajikoostumuksen arviointi näyteruudulta, kaavamainen esimerkki. Peittävyys on 20 % ja lajien osuudet siitä seitsemän, kaksi ja yksi kymmenesosaa.

Jäkälän ja metsälauhan esiintymisrunsaus maastokoealoilla arvioitiin kymmenen näyteruudun ( $0,25 \text{ m}^2$ ) keskiarvona. Ruudut sijoitettiin koealametsäkuviolle viiden metrin välein. Jokaiselta ruudulta arvioitiin mm. jäkälän ja metsälauhan peittävyydet prosentteina sekä jäkälän lajikoostumus (kuva 8). Lupon määrä kuviolla luokiteltiin asteikolla nollasta kolmeen (ei luppoa - runsaasti luppoa).

Suoritetun laiduninventoinnin perusteella voidaan arvioida poroa kohti käytettävissä oleva talviravinto merkkipiireittäin. Poroa kohti arvioidut ravintomäärät ilmentävät talviravintotilanteen alueellisia eroja porotiheyden ollessa samaa suuruusluokkaa. Pienestä porotiheydestä johtuen Kainuun merkkipiiriä ei voida verrata muuhun poronhoitoalueeseen. Talviravintotilannetta eri merkkipiireissä Kainuuta lukuunottamatta havainnollistetaan kuvassa 9.

MERKKIPIIRI	JÄKÄLÄÄ	METSÄLAUHAA	LUPPOMETSÄÄ
	KUIVA-AINETTA 1 000 KG		HEHTAARIA
UTSJOKI	11,2	3,2	0,0
INARI	22,6	5,0	4,4
ENONTEKIÖ	11,7	4,0	0,3
ETELÄ-LAPPI	4,9	1,0	8,5
KITILÄ	3,3	4,6	7,9
SODANKYLÄ	5,9	2,0	4,8
KEMINKYLÄ	6,0	1,4	10,5
SALLA	1,7	3,6	6,1
RAUDANJOKI	4,0	2,8	3,9
LÄNTINEN	2,2	2,0	5,4
ITÄKEMIJOKI	2,3	2,4	5,4
KUUSAMO	2,7	2,6	11,0
PUDASJÄRVI	1,0	9,1	1,1

Kuva 9. Poroa kohti arviolta käytettävissä olevat talviravintovarot merkkipiireittäin.

Porojen talvilaitumet arvioidaan uudestaan VMI:n kenttätöön yhteydessä vuosina 1981 (Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa) - 1985 (Perä-Lappi). Tarkoituksena on varmentaa ensikertaisen inventoinnin tulokset ja saada kuvaa laiduntilanteesta tapahtuvista muutoksista. VMI:ssa mitataan osa edellisen inventoinnin

maastokoealoista uudestaan, mikä mahdollistaa muutosten syiden nopean toteamisen. Tällä on erityinen merkitys ottaen huomioon metsätalouden ja poronhoidon välillä vallitsevat tietyt erimielisyydet metsien käytöstä. Ainakin teoriassa on lähitulevaisuudessa mahdollista keskustella porojen talviravinnon riittämättömyyden syistä asiapohjalta.

#### Satelliittikuvatutkimus

Suuralueiden inventoinneissa tavanomaisen ilmakuvamateriaalin käyttöön liittyy eräitä ongelmia. Ensinnäkin kuvien laatu vaihtelee kuvien kehityksestä ja kuvausolosuhteista riippuen, mikä vähentää tulkinnan yhdenmukaisuutta. Tämä haitta ei poistu kokonaan siinäkään tapauksessa, että alue kuvataan varta vasten inventointia varten.

Olemassa olevaa kuvausta käytettäessä kuvat ovat enemmän tai vähemmän vanhentuneita, mikä huonontaa tulkinnan ja maastoarvion vastaavuutta. VMI6:ssa Lapin piirimetsälautakunnan eteläosassa ja Koillis-Suomen piirimetsälautakunnan alueella tilanne muodostui seuraavaksi:

Maasto- työn vuosi	Kuvausvuosi					Yht.	Viive keskim. vuotta
	1965	1969	1971	1972	1974		
	Kuvien lukumäärä						
1974	-	-	-	91	-	91	2,0
1975	2	-	6	75	-	83	3,2
1976	19	62	310	53	353	797	3,9
Yhteensä	21	62	316	219	353	971	3,7

Hankittujen kuvien lukumäärillä painotettu keskimääräinen viive kuvauksen ja maastotyön välillä oli lähes 4 vuotta. Tässä vaiheessa vaikuttaa mahdolliselta, että tulevassa inventoinnissa viive em. alueella muodostuu suuremmaksi.

Satelliittikuvan etuja ovat tasalaatuisuus, nopea uusiutuvuus, informaation laaja-alaisuus sekä automaattisen 'tulkin' mahdollisuus. Sanalla 'kuva' tarkoitetaan tässä informaation esittämistapaa sekä analogiamuodossa (kuten tavanomaiset ilmakuvat) että myöskin tietokonekäsittelyn mahdollistavassa digitaalimuodossa. Satelliittikuvien käytön esteinä metsätaloudessa ovat toistaiseksi olleet pieni erotuskyky ja käyttäjältä vaadittava korkea tekninen ja tiedollinen taso.

Landsat-satelliittien (nimi aluksi ERTS) tuottamaa informaatiota on ollut saatavilla 1970-luvun alkupuolelta saakka (Hardy 1981, s. 21). Metsäntutkimuslaitoksessa tehtiin tutkimus ERTS-1 kuvamateriaalin käyttökelpoisuudesta metsäninventoinnissa (Kuusela ja Poso 1975). Tuolloin todettiin, että satelliittikuvia voidaan käyttää lähinnä suuren koealajoukon karkeahkoon stratifiointiin. Yksittäisen kohteen arvioinnin osalta johtopäätös oli kielteinen pienen erotuskyvyn ja huonon geometrisen tarkkuuden vuoksi. Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa ERTS-1 kuvamateriaalin todettiin soveltuvan hyvin laajakokon alueen maaluokkajakautuksen arviointiin (Green ym. 1981).

1970-luvulla lähetettiin kolme Landsat-sarjan tekokuuta 915 km korkealle kiertoradalle. Niiden tuottamien keilainkuvien erotuskyky on 79 m. Muilta osin kuvien laatu on jatkuvasti parantunut. Tähän mennessä kertyneiden kokemusten mukaan satelliittikuvat soveltuvat hyvin teemakarttojen valmistukseen ja erilaisiin seurantatehtäviin (Jaakkola 1980).

Vuonna 1982 avaruuteen lähetetty Landsat D kiertää 715 km:n korkeudella ja sen keilainkuvien erotuskyky on 30 m (Flygbildsteknik... 1980, s. 455). Seitsenkanavainen keilain kerää tietoa sähkömagneettisen spektrin alueelta 0,45 - 12,5 mikrometriä (1 mikrometri =  $10^{-6}$  m). Vastaava alue ERTS-1 kuvilla oli 0,5 - 1,1 mikrometriä. Havaintoalue on siis laajentunut hieman ultraviolettiiin päin ja hyvin paljon infrapuna-alueelle.

Uuden satelliittikuvamateriaalin soveltuvuutta metsikkötunnusten arviointiin tutkitaan Metsäntutkimuslaitoksen, Helsingin yliopiston ja VTT:n yhteishankkeena vv. 1983 - 1985. Osana tätä tutkimusta myös selvitetään ko. datan käyttömahdollisuuksia VMI:ssa Pohjois-Suomessa. Samarbetsnämnden för Nordisk Skogsforskning osallistuu tutkimuksen rahoitukseen 25 - 30 %:n osuudella.

Pohjois-Suomessa tutkimus keskittyy seuraaviin aiheisiin:

- VMI:n maastokoealoja vastaavien kuvaelementtien valinta satelliittikuvilta
- kuvaelementtien säteilyarvojen ja maastotietojen välinen korrelaatio
- ilmakuvatulkinnan korjaaminen satelliittikuvainformaation perusteella
- satelliittikuvien käyttö porojen talvilaitumien inventoinnissa

Maastokoealaa vastaavan kuvaelementin tai -elementtiryhmän valintaa varten ilmakuvilta tulkitaan koealan lyhin etäisyys metsäkuvion rajaan ja kuvion jatkumissuunta. Tavoitteena valinnassa on minimoida koealametsäkuvion ulkopuolisen satelliittikuvainformaation korrelaatiota alentava vaikutus.

Tärkeä tutkimusaihe on voidaanko uusien satelliittikuvien avulla pienentää ilmakuvien vanhentumisesta aiheutuvaa haittaa inventoinnissa. Periaatteessa on mahdollista satelliittikuvan perusteella löytää ne ilmakuvakoealat, joilla todennäköisesti on tehty avohakkuu tai joilla maankäyttö on muuttunut ilmakuvauksen jälkeen.

Havaintoalueen voimakkaan laajentumisen vuoksi uudet satelliittikuvat antavat entistä enemmän tietoa myös metsän aluskasvillisuudesta. Erityisesti tämä pitää paikkansa soilla ja Pohjois-Suomen harvapuustoisilla kangasmailla. Tämä mahdollistaa esim. poron talvilaitumina tärkeiden jäkälämaiden esiintymistä kuvaavien teemakarttojen valmistamisen.



Tulevaisuuden tavoitteena on pidettävä pienimittakaavaisen ilmakuvamateriaalin korvaamista satelliittikuvilla valtakunnan metsien inventoinnissa. Tämä edellyttää 5 - 10 metrin erotuskykyä ja suurta geometristä tarkkuutta. Inventointitehtävissä satelliittikuvien käyttöön voidaan ajatella liitettäväksi toisena otantavaiheena suurimittakaavaiset matalalta otetut erikoiskuvat.

#### Kirjallisuus

- Flygbildsteknik och fjärranalys /Ilmakuvatekniikka ja kaukokartoitus/ 1980. Solna. Nämnden för skoglig flygbildsteknik. Käsikirja. 468 s.
- GREEN, A., JONASSON, H., TALTS, J. & WALLIN, M. 1981. Landsat data för riksskogstaxering /Landsat-data valtakunnan metsien inventoinnissa/. Lantmäteriet. Tekniska skrifter 1981(1):1-36. Gävle.
- HARDY, J. R. 1981. Data collection by remote sensing for land resources survey /Tiedonkeruu kaukokartoituksella luonnonvarain arvioinnissa/. Teoksessa: TOWNSHEND, J. (ed.) 1981. Terrain analysis and remote sensing, s. 16 - 37. Lontoo.
- HUTTUNEN, T. 1982. Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1980 - 1982. Summary: Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1980 - 1982. Folia For. 540:1-46.
- JAAKKOLA, S. 1980. Satelliittikuvien sovellutusmahdollisuudet lähitulevaisuudessa. Teoksessa: Ilmakuvatekniikka metsätaloudessa -seminaari 14. - 15.2.1980 Espoo, s. 55 - 63. SITRA. Moniste. 86 s.
- KUUSELA, K. 1977. Suomen metsien kasvu ja puutavaralajirakenne sekä niiden alueellisuus vuosina 1970 - 1976. Summary: Increment and timber assortment structure and their regionality of the forests of Finland in 1970 - 1976. Folia For. 320:1-31.

- KUUSELA, K. 1982. Perä-Pohjolan hakkuusuunnitteen arvioimisen perusteet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 58:2-6.
- " & POSO, S. 1975. Demonstration of the applicability of satellite data to forestry. Seloste: Havaintoja satelliittikuvien käyttökelpoisuudesta metsätaloudessa. Commun. Inst. For. Fenn. 83(4):1-31.
- " SALMINEN, S. 1978. Koillis-Suomen metsävarat vuonna 1976 ja Lapin metsävarat vuosina 1970 ja 1974 - 1976. Summary: Forest resources in the forestry board districts of Koillis-Suomi in 1976 and Lappi in 1970 and 1974 - 1976. Folia For. 337:1-35.
- Lapin metsätase 1983. Metsäntutkimuslaitoksen lausunto Lapin maakuntaliitto ry:lle 10.1.1983. 2 sivua.
- MATTILA, E. 1979. Kangasmaiden luppometsien ominaisuuksia Suomen poronhoitoalueella 1976 - 1978. Summary: Characteristics of the mineral soil forests with arboreal lichens (Alectoria, Bryoria and Usnea spp.) in the finnish reindeer management area, 1976 - 1978. Folia For. 417:1-39.
- " 1981. Survey of reindeer winter ranges as a part of the finnish national forest inventory in 1976 - 1978. Seloste: Porojen talvilaitumien arviointi osana valtakunnan metsien inventointia Suomessa 1976 - 1978. Commun. Inst. For. Fenn. 99(6):1-74.
- " 1982a. Mauri-myrskyn kaataman puuston määrä. Esitelmä Lapin Metsänhoitajat ry:n syyskokouksessa 18.11.1982. 3 sivua.
- " 1982b. Pohjois-Lapin metsävarat inventointitietojen perusteella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 58:7-16.
- " & KUJALA, M. 1980. Utsjoen, Inarin ja Enontekiön metsävarat 1978. Summary: Forest resources of Utsjoki, Inari and Enontekiö, North Finland, in 1978. Folia For. 436:1-21.

- POSO, S. 1972. A method of combining photo and field samples in forest inventory. Seloste: Ilmakuva- ja maasto-otokseen perustuva metsän inventointimenetelmä. Commun. Inst. For. Fenn. 76(1):1-133.
- " & KUJALA, M. 1971. Ryhmitetty ilmakuva- ja maasto-otanta Inarin, Utsjoen ja Enontekiön metsien inventoinnissa. Summary: Groupwise sampling based on photo and field plots in forest inventory of Inari, Utsjoki and Enontekiö. Folia For. 132:1-40.
- " & KUJALA, M. 1978. A method for national forest inventory in Northern Finland. Seloste: Menetelmä valtakunnan metsien inventointiin Pohjois-Suomessa. Commun. Inst. For. Fenn. 93(1):1-54.

## ROVANIEMEN MAALAISKUNNAN MARJASATOINVENTOINTI

Ilkka Jaakkola

## Tutkimuksen tavoitteet sekä inventointimenetelmä

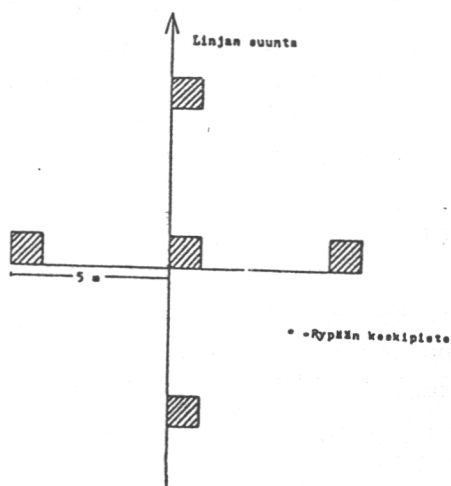
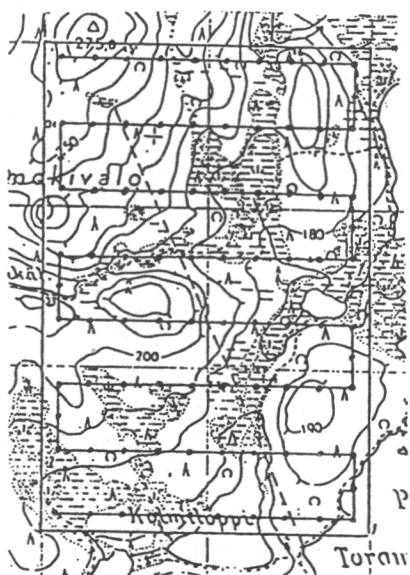
Metsäntutkimuslaitoksen metsämarja- ja sieniprojektiin liittyen tehtiin syyskesällä 1982 Rovaniemen maalaiskunnan alueella Suomessa toistaiseksi laajin marjasatoinventointi. Tutkimuksen ensisijaisena tavoitteena oli määrittää mahdollisimman luotettavasti alueen kokonaismarjasato ja sen jakautuminen erilaisille metsikkökuvioille. Lisäksi kerätyn aineiston ja inventoinnin yhteydessä saatujen kokemusten perusteella on tarkoitus kehittää edelleen suuralueen marjasatojen inventointimenetelmää, joka riittävän luotettavuuden lisäksi olisi sekä nopea että yksinkertainen.

Tutkimus kattoi tärkeimmät luonnonmarjalajimme sekä soilla että kangasmailla. Erityistä huomiota kiinnitettiin kuitenkin kangasmetsiin sekä niillä yleisimpinä esiintyviin marjalajeihin; puolukkaan, mustikkaan ja variksenmarjaan.

Varsinainen inventointi tehtiin lohkottaisena linja-arviointina. 2 km x 3 km:n suuruisten lohkojen sijainnit määräytyivät ositetulla ja satunnaistetulla kaksivaiheisella otannalla. Otannan ensimmäisessä vaiheessa Rovaniemen maalaiskunta jaettiin kolmeen suunnilleen yhtäsuureen osaan 3. valtakunnan metsien inventoinnin yhteydessä arvioitujen mustikan fertiilisyyalueiden perusteella. Toisessa vaiheessa arvottiin satunnaislukuja käyttäen kultakin osa-alueelta 6 peruskarttalehteä (10 km x 10 km), joille sijoittuvien lohkojen tarkat sijainnit määritettiin yhtenäiskoordinaatistoruutujen ja satunnaislukujen avulla. Ositusten tarkoituksena oli varmistaa koealaverkoston alueellinen edustavuus tutkimusalueella.

Lohkoille sijoitettiin systemaattinen ja tasavälinen koealaverkosto käyttäen 200 metrin koeala- ja 400 metrin linjaväliä.

Yhden ryväskoealan, joita yhdelle lohkolle perustettiin kaikkiaan 87 kpl, muodosti viisi 1 m<sup>2</sup>:n suuruista ruutua. Niiden yhdeksän viikon aikana, jolloin maastomittauksia tehtiin, ehdittiin inventoida 12 lohkoa, joten mitattuja koealoja kertyi kaikkiaan 1 043. Kuvissa 1 ja 2 ovat esitettynä lohkon ja yksittäisen ryväskoealan rakenne.



Kuva 1. Lohkon rakenne (2 km x 3 km)

— = inventointilinja

• = ryväskoeala

Kuva 2. Viiden 1 m:n

ruudun muodos-

tama ryväskoeala

Jokaiselta metsätalousmaalle osuneelta koealalta poimittiin ja punnittiin gramman tarkkuudella marjasadot marjalajeittain sekä arvioitiin lajien keskimääräiset peittävyysprosentit. Lisäksi arvioitiin useita marjasatoihiin vaikuttavia kasvupaikkaan sekä metsikköön ja sen sijaintiin liittyviä tunnuksia. Keskeisimpinä muuttujina ja muuttujayhdistelminä olivat kasvupaikkatyyppi, puuston puulajisuhteet, kuutiomäärä ja kehitysluokka sekä metsikön korkeus (m.p.y.) ja ekspositio.

Johtuen eri marjalajien eri aikoihin ajoittuneesta kypsyymisestä jouduttiin varsinkin myöhemmin kypsyviä puolukkaa ja karpaloa poimimaan marjojen ollessa vielä puolikypsiä. Raakileina poimittujen marjaerien kypsyysvaihetta vastaavat sadot arvioitiin määrittämällä kullekin mittaussuoritukselle ns. satokorjauskertoimet, joiden laskenta perustui viikottain kerätyistä näyteeristä (2 x 100 marjaa) saatuun tietoon eri marjalajien keskipainojen kehittymisestä marjojen kypsyessä.

Alustavia tuloksia kesän 1982 inventoinnista

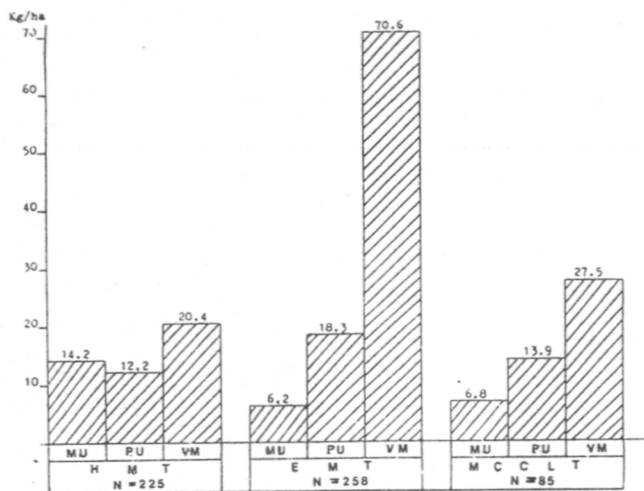
Eri marjalajien satoisuus erilaisissa metsissä

Tutkimuksen mukaan keskimääräiset marjasadot kangasmaiden metsissä olivat variksenmarjalla n. 43 kg/ha, puolukalla n. 15 kg/ha ja mustikalla n. 9 kg/ha. Kuvissa 3 ja 4 ovat esitettyinä puolukan, mustikan sekä variksenmarjan keskisadot (kg/ha) kasvupaikkatyypeittäin ja kehitysluokittain. Tarkasteluun on otettu vain marjasatojen kannalta merkityksellisimmät kasvupaikkatyyppit, joilla myös havaintojen lukumäärät olivat tarpeeksi suuret riittävän luotettavien keskisatoarvioiden tekemiseksi.

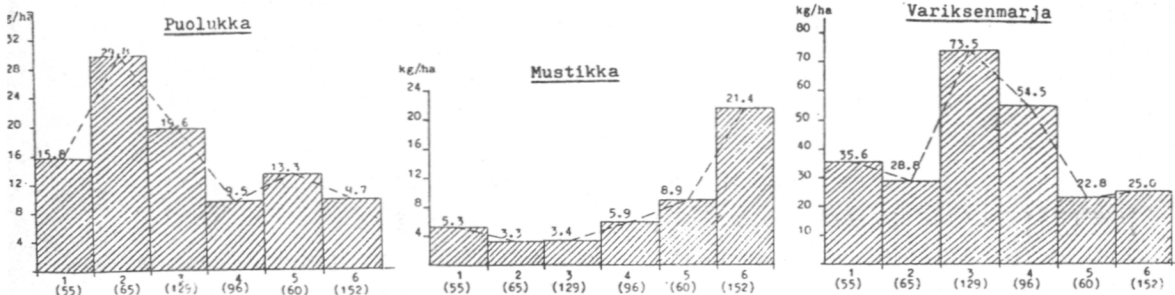
Kuivahko kangas (EMT) osoittautui marjasatojen suhteen tuottoisimmaksi kasvupaikkatyyppiksi. Marjalajeista ainoastaan mustikalla keskisato oli tuoreilla kankailla suurempi. Lapissa mustikka näytti marjovan kohtalaisesti jopa kuivilla kankailla (MCC1T). Puolukkasadoissa ei tulosten perusteella ollut kovinkaan merkittäviä eroja eri kasvupaikkatyyppien välillä. Variksenmarja marjoi parhaiten kuivemmillä kankailla.

Eri marjalajien keskisadot vaihtelivat huomattavasti myös metsikön eri kehitysvaiheissa. Eniten puolukkaa löytyi nuorista taimikoista, joilla keskimääräinen sato oli lähes 30 kg/ha. Mustikalla suurimmat keskisadot mitattiin uudistuskypsistä paksusammalkuusikoista (n. 21 kg/ha) variksenmarjan ollessa

satoisimmillaan riukuvaiheen metsiköissä sekä nuorissa kasvatusmetsissä (kehitysluokat 3 ja 4). Jokainen metsikön eri kehitysvaihe näytti siis tarjoavan marjonnan kannalta edullisimmat olosuhteet vain tietyille marjalajille (kuva 4).



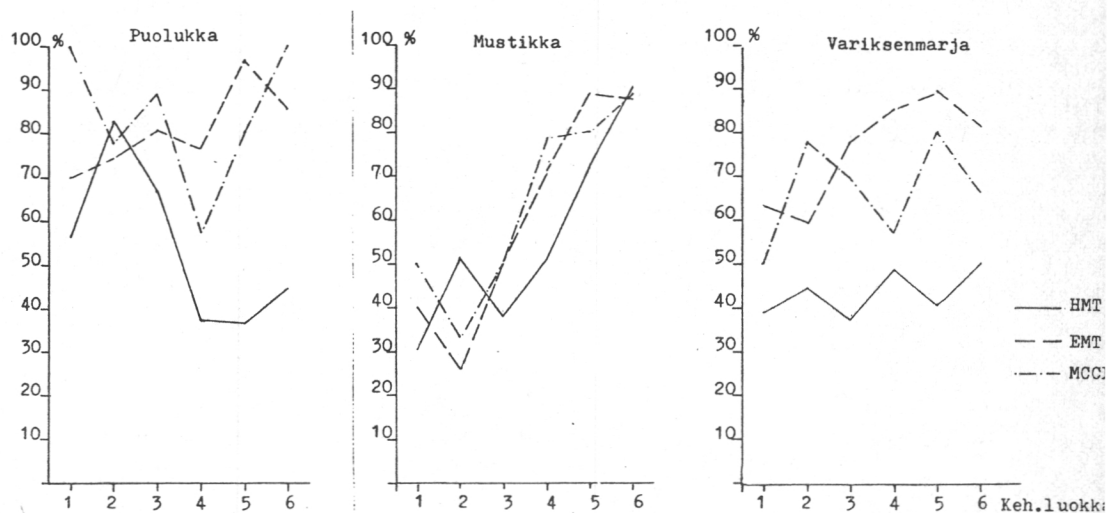
Kuva 3. Mustikan, puolukan ja variksenmarjan keskisadot eri metsätyypeillä (n = havaintojen lukumäärä)



Kuva 4. Eri marjalajien keskisadot kangasmaiden eri kehitysluokissa (sulkeissa havaintojen määrät)

- |                                      |                         |
|--------------------------------------|-------------------------|
| 1= Aukea uudistusala<br>Siemenpuusto | 4= Nuori kasvatusmetsä  |
| 2= Pieni taimikko                    | 5= Vartt. kasvatusmetsä |
| 3= Taimikko<br>Riukuvaihe            | 6= Uudistuskypsä metsä  |

Eri marjalajien marjonnan yleisyyttä erilaisilla metsikkökuvioilla tarkasteltiin myös suhteellisten "marjafrekvenssien" avulla. Frekvenssi ilmaisee niiden koealojen, joilla kyseistä lajia löytyi marjovana, %-osuuden koealojen kokonaislukumäärästä kyseisellä ositteella (kuva 5).



Kuva 5. Suhteelliset marjafrekvenssit metsätyypeittäin eri kehitysluokissa

Frekvensseissä voidaan havaita varsinkin puolukalla ja variksenmarjalla suuret erot eri kasvupaikkatyyppien välillä. Varsinkin tuoreilla kankailla (HMT) marjojen esiintymisyleisyys oli kuivempia kankaita alhaisempi kaikilla marjalajeilla. Vertailemalla marjafrekvenssejä ja arvioituja keskisatoja voidaan myös tehdä päätelmiä siitä, miten tasaisesti sato on jakautunut kyseiselle kasvupaikalle. Voidaan olettaa, että mitä ryhmittyneemmin sato jakautuu alueelle, sitä helpommin se on poimittavissa.

Arvio Rovaniemen maalaiskunnan kokonaismarjasadosta 1982

Tässä tutkimuksessa kokonaissatoarvio laskettiin metsätyypeittäin ja niillä eri kehitysluokittaisiin eri marjalajien keski-



satoarvioihin perustuen. Eri laskentaositteiden pinta-alat arvioitiin aineiston jakaumien perusteella osuuksina metsätalousmaan pinta-alan arviosta. Vesistöjen osuus kokonaispinta-alasta perustui virallisiin tilastoihin.

Inventoinnin mukaan oli vuoden 1982 kokonaismarjasato Rovaniemen maalaiskunnassa n. 36 milj. kg, josta hieman yli 90 % kasvoi kangasmaiden metsissä. Marjalajeista ylivoimaisesti tuottoisin oli variksenmarja, jonka osuus kokonaissadosta oli n. 65 % (23 milj. kg). Variksenmarjasadosta 11 % kasvoi soilla, ennen kaikkea rämeillä. Puolukkasadoksi arvioitiin n. 7,3 milj. kg vastaten n. viidesosaa kokonaismarjasadosta mustikan osuuden jäädessä n. 13 %:in (4,5 milj. kg). Juolukan kokonaissato oli tämän tutkimuksen mukaan n. 0,4 milj. kg.

Liitteenä variksenmarjan, puolukan ja mustikan keski- ja kokonaissadot metsätyypeittäin niiden eri kehitysluokissa kangasmailla.

#### Tarkastelua

Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon marjasatojen runsaat vuosivaihtelut. Esitetyt keski- ja kokonaissatoarviot perustuvat vain yhteen inventointivuoteen, joka lisäksi oli sääolosuhteiltaan varsin poikkeuksellinen. Alkukesän kylmyydestä kärsivät marjalajeista varsinkin hilla ja mustikka, joilla merjominen onnistui hyvin vain pienialaisesti suojaisilla paikoilla.

Aloitettua tutkimusta on tarkoitus jatkaa myös ensi kesänä Rovaniemen maalaiskunnassa. Viime kesän aineiston analysointi osoitti, että samaa otantakokoa käyttäen, mutta lisäämällä lohkojen määrää ja vähentämällä koealojen määrää yksittäisellä lohkolla saadaan hajonnan vähetessä luotettavampia sadon estimaatteja. Poimintamittaukset on lisäksi tarkoitus keskittää vain niille kasvupaikoille, joilla on todellista merkitystä kokonaismarjasatojen kannalta.

## LIITE 1.

## Puolukka

KEH.	G M T		H M T		E M T		M C C L T		C L T		K I V I K K O			
L A K A	K G / H A	K O K . S A T O	K G / H A	K O K . S A T O	K G / H A	K O K . S A T O	K G / H A	K O K . S A T O	K G / H A	K O K . S A T O	K G / H A	K O K . S A T O	Y H T .	%
0	-	-	-	-	12.0	29.4	0.0	0.0	-	-	10.0	16.3	45.7	0.6
1	-	-	8.9	166.3	19.7	480.9	37.0	60.3	-	-	-	-	707.5	10.0
2	-	-	43.2	1020.5	22.7	500.5	8.2	60.3	-	-	-	-	1581.3	22.4
3	5.5	17.9	18.9	322.9	21.0	1230.7	17.2	503.8	4.0	3.2	-	-	2078.5	29.4
4	1.3	3.3	7.3	207.1	11.8	453.6	7.6	86.4	4.0	3.2	2.0	1.6	755.2	10.7
5	0.0	0.0	9.6	172.8	16.2	369.9	13.0	105.9	-	-	-	-	648.6	9.2
6	0.0	0.0	4.5	345.3	18.0	702.6	20.2	148.4	-	-	0.0	0.0	1196.3	16.8
7	-	-	-	-	68.0	55.1	-	-	-	-	-	-	55.1	0.8
Y H T .		21.2		2234.9		3822.7		965.1		6.4		17.9	7068.2	100
%		0.3		31.6		54.1		13.7		0.1		0.2	100.0	

## Mustikka

KEH.	G M T		H M T		E M T		M C C L T		C L T		K I V I K K O			
L A K A	K G / H A	K O K . S A T O	K G / H A	K O K . S A T O	K G / H A	K O K . S A T O	K G / H A	K O K . S A T O	K G / H A	K O K . S A T O	K G / H A	K O K . S A T O	Y H T .	%
0	-	-	-	-	6.0	14.7	6.8	27.7	-	-	1.0	1.6	44.0	1.0
1	-	-	3.0	55.5	7.3	179.2	1.0	1.6	-	-	-	-	236.3	5.3
2	-	-	5.4	127.2	1.9	42.5	0.7	4.9	-	-	-	-	174.6	4.0
3	1.5	4.9	2.6	44.0	3.8	224.8	2.9	86.3	0.0	0.0	-	-	360.0	8.1
4	0.7	1.6	4.6	132.1	5.1	195.9	11.4	130.4	2.0	1.6	0.0	0.0	461.6	10.5
5	2.7	13.1	6.1	109.2	10.4	236.4	11.0	89.6	-	-	-	-	448.3	10.2
6	26.0	21.1	27.5	2132.4	10.0	389.6	18.0	132.1	-	-	0.0	0.0	2675.2	60.7
7	-	-	-	-	10.0	8.1	-	-	-	-	-	-	8.1	0.2
Y H T .		40.7		2600.4		1291.2		472.6		1.6		1.6	4408.1	100
%		0.9		59.0		29.3		10.7		0.1		0.1	100	

## Variksenmarja

KEH.	G M T		H M T		E M T		M C C L T		C L T		K I V I K K O			
L A K A	K G / H A	K O K . S A T O	K G / H A	K O K . S A T O	K G / H A	K O K . S A T O	K G / H A	K O K . S A T O	K G / H A	K O K . S A T O	K G / H A	K O K . S A T O	Y H T .	%
0	-	-	-	-	353.3	865.7	2.4	9.8	-	-	43.0	70.1	945.6	4.6
1	-	-	11.0	207.0	56.7	1385.6	1.0	1.6	-	-	-	-	1594.2	7.8
2	-	-	21.9	516.8	40.4	888.5	16.4	120.7	-	-	-	-	1526.0	7.5
3	0.0	0.0	39.8	681.5	99.8	5859.0	40.6	1190.0	0.0	0.0	-	-	7730.5	37.8
4	0.0	0.0	27.7	789.1	85.8	3290.7	16.7	190.7	2.0	1.6	0.0	0.0	4272.1	20.9
5	1.3	6.5	11.6	208.7	37.2	849.1	7.2	58.7	-	-	-	-	1123.0	5.5
6	0.0	0.0	17.4	1345.0	36.3	1419.7	45.8	336.0	-	-	0.0	0.0	3100.7	15.1
7	-	-	-	-	210.0	170.1	-	-	-	-	-	-	170.1	0.8
Y H T .		6.5		3748.1		14728.4		1907.5		1.6		70.1	20462.2	100
%		0.1		18.3		72.0		9.3		0.0		0.3	100	

Taulukko 1. Eri marjalajien kokonaissadot metsätyypeittäin eri kehitysluokissa (1 000 kg). Kehitysluokat:

- 0 = kitu- tai joutomaa
- 1 = aukea uudistusala, siemenpuusto
- 2 = pieni taimikko
- 3 = taimikko, riukuasteinen metsikkö
- 4 = nuori kasvatusmetsikkö
- 5 = varttunut kasvatusmetsikkö
- 6 = uudistuskypsä metsikkö
- 7 = suojuspuuasento

# KIVALON KOKEILUALUEEN SIENISADOISTA JA -LAJISTOSTA VUOSINA 1981 - 1982

Pekka Herva

Yrjö Norokorpi

Johdanto

Sienien ekologiasta ja fysiologiasta tiedetään varsin vähän ja erityisesti niistä tekijöistä, jotka vaikuttavat sienijuurten elimykoritsojen muodostumiseen. Sienen ja puun välille syntyy fysiologinen vuorovaikutus eli symbioosi. Symbioosissa puun veden ja ravinteiden saanti paranee ja sieni puolestaan saa puulta hiilihydraatteja ja mahdollisesti typpiyhdisteitä. Ektomykoritsaa esiintyy kaikilla puilla ja monilla muilla kasveilla. Sienien merkitys metsäekosysteemissä lisääntyy pohjoiseen mentäessä. Metsämaan happamuus estää tai ainakin vähentää bakteerien ja muiden pieneliöiden hajotustyötä ja siten lahottajasienien merkitys kasvaa karikkeen hajottajina. Samoin mykoritsasienien merkitys ravinteidenoton edistäjänä korostuu happamilla ja niukka-ravinteisilla kangasmailla (Mikola 1953).

Tämän tutkimuksen tarkoitus on selvittää sienien biomassaa ja lajistoa sekä niihin vaikuttavia tekijöitä, kun muuttujina ovat: 1) satovuosi, 2) metsätyyppi, 3) pääpuulaji/puulajisuhteet, 4) kehitysluokka, 5) korkeus mpy, 6) ekspositio sekä 7) ravinteet ja maaperän kosteus. Aineisto on kerätty Metsäntutkimuslaitoksen Kivalon kokeilualueelta, jossa on aiemminkin tehty sienisatotutkimuksia vv. 1977 - 1978 valtakunnallisen sienisatotutkimuksen yhteydessä (Ohenoja 1980). Tutkimus kuuluu osana laajempaan kokonaisuuteen nimeltä "Metsänhoitotoimenpiteiden ekologiset vaikutukset metsän muihin käyttömuotoihin". Sitä tehdään Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidontutkimusosaston toimesta Rovaniemen tutkimusasemalla.

## Tutkimusalue

Kivalon kokeilualue sijaitsee Rovaniemen maalaiskunnassa Kemijokivarressa noin 50 km Rovaniemeltä itään. Kokeilualue on Perä-Pohjolan ja Pohjanmaa-Kainuun metsäkasvillisuusvyöhykkeiden vaihettumisalueella. Alueen korkeudesta johtuen se luetaan kuuluvaksi Perä-Pohjolan metsäkasvillisuusvyöhykkeeseen. Suuri osa kokeilualueen metsistä on alkuperäiseltä metsätyypiltään paksusammal-mustikkatyyppejä (HMT) eli tuoretta kangasta. Vanhoja kuusikoita uudistettaessa 1920-luvun lopulta alkaen on tehty puulajivaihdoksia siten, että alueella on nykyisin puhtaita koivikoita, männiköitä, kuusikoita ja lehtikuusikoita sekä sekametsiköitä. Kemijokivarressa on laajoja alueita kuivahkoa kangasta.

Kokeilualueen vaaramaat kohoavat yli 300 metrin korkeuteen. Korkein ranta on 213 mpy. HMT-kuusikot ovat maaperältään supraakvaattista moreenia. Kalkkipitoisesta kallioperästä johtuen alueelta tapaa vaateliaitakin kasveja. Varsinkin purojen varilla esiintyy mm. punaherukkaa (Ribes spicatum), näsiää (Daphne mezereum), kotkansiipeä (Matteuccia struthiopteris) ja lehtotesmaa (Milium effusum) (Heikinheimo 1962).

Hietaperänkankaan männiköt sijaitsevat noin 130 - 140 m mpy. Alueella on ollut metsäpalo v. 1855 ja siten pääosa männiköistä on lähes 130 vuotta vanhaa. Hietaperänkankaan maaperä on subakvaattista lajittunutta hiekkaa.

## Aineisto ja menetelmät

Kesällä 1981 perustettiin 54 pysyvää koealaa ja seuraavana kesänä koealaverkostoa täydennettiin lähinnä taimikoiden osalta siten, että kaikkiaan oli 61 koealaa. Koeala on 100 m<sup>2</sup>:n suuruinen suorakulmio (40 m x 2,5 m). Kapea muoto mahdollistaa sienten poiminnan tallaamatta koealaa.

Kuusikkokoealojen otanta oli systemaattinen. Rinteiden eri ekspositioille oli talvella vedetty korkeussuuntaan päälinjat ja niille poikkilinjat 20 m korkeusvälein. Koealat sijaitsevat 240 - 320 m:n korkeudella.

Männikössä otanta oli osittain subjektiivinen. Valintaperusteena oli, että koko koeala olisi mahdollisimman homogeeninen niin topografialtaan, kasvipeitteeltään kuin puulajisuhteiltaan. Koealojen välille haettiin vaihtelua erityisesti maaperän kosteuden suhteen. Kasvipeitteen indikoivaa vaikutusta käytettiin valintaperusteena.

Sienien itiöemien keräys aloitettiin kumpanakin vuonna 15.7. ja viimeinen keräys suoritettiin v. 1981 17.9. ja seuraavana syksynä 13.10. Itiömät kerättiin säännöllisesti kerran viikossa. Lajinmäärittelyn ja tuorepainon punnituksen jälkeen sienet kuivattiin kuivauskaapissa noin 50 - 60°C lämmössä 10 - 24 tuntia. Lajinmäärittely tarkistettiin Oulun yliopiston kasvimuseolla FL Esteri Ohenojan opastuksella. Tässä yhteydessä selvitetään vanhojen, yli 150-vuotiaiden kuusikoiden sienisatotietoja 18 koealan perusteella sekä männiköiden vastaavia tietoja 8 koealan perusteella.

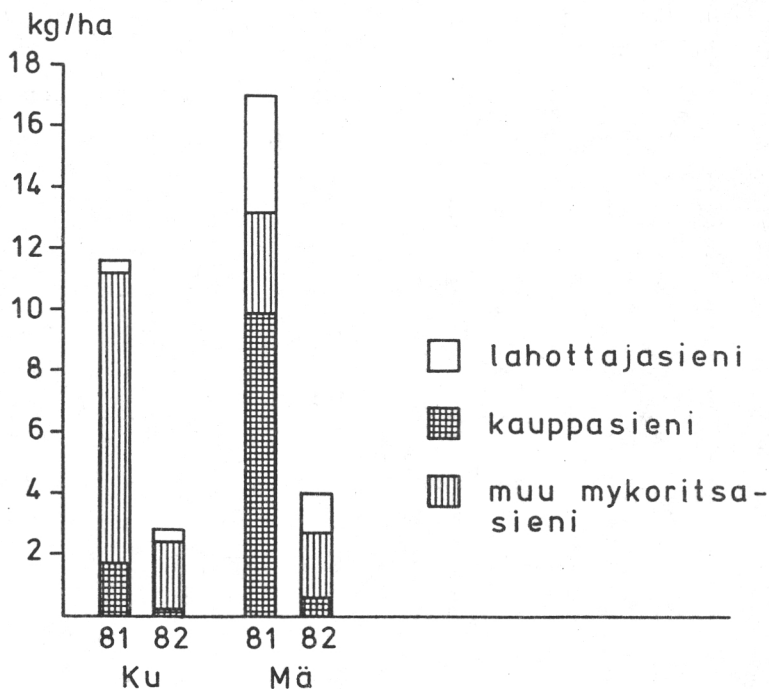
Maan humuskerroksen lämpöoloja seurattiin ruokosokeri-inversio-menetelmällä 100 vrk:n ajan (Ohenoja ja Pohjola 1981). Mittaukset tehtiin erisuuntaisten rinteiden keskikorkeuksilta (280 m). Lounaisrinteillä mittauskohtia oli myös ala- ja ylärinteellä.

Koealoilta mitattiin maahorisonttien paksuudet kolmesta kohtaa. Samoista kohdista otettiin myös maa-analyysinäytteet kerroksittain. Laboratoriossa analysoitiin humus- ja vesipitoisuus sekä seuraavat ravinteet: typpi, kalium, fosfori, kalsium, magnesium, rauta ja aluminium. Lisäksi määritettiin pH- ja johtoluku.

## Tulokset

## Kuusikon sienisadot ja -lajisto

Kuusikon kaikkien 18 koealan keskimääräinen kokonaissato oli v. 1981 kuivapainona 11,64 kg/ha (vaihteluväli 3,32 - 22,92 kg/ha). Mykoritsasienten osuus oli 97 %. Vuoden 1982 keskimääräinen kokonaissato oli 2,68 kg/ha (vaihteluväli 1,07 - 5,47 kg/ha). Mykoritsasienten osuus oli 87 %. Kauppasienten keskimääräinen kokonaissato oli v. 1981 kuivapainona 1,72 kg/ha (vaihteluväli 0,00 - 5,86 kg/ha) ja osuus kokonaissadosta oli 15 %. Vuoden 1982 kauppasienisato oli 0,099 kg/ha (vaihteluväli 0,00 - 1,62 kg/ha) ja sen osuus oli 4 % kokonaissadosta (kuva 1).



Kuva 1. Vuosien 1981 ja 1982 keskimääräinen sienisato kuusikossa ja männikössä kuivapainona, kg/ha. Jaottelu tehty sienten elintavan mukaan; kaikki kauppasienet olivat myös mykoritsasieniä.

Kuusikon koealoilta löytyi yhteensä 85 lajia v. 1981 ja 69 lajia v. 1982. Molempina vuosina oli sinijalkalimaseitikki (Cortinarius collinitus) satoisin laji, v. 1981 2,61 kg/ha.

Vuonna 1981 seuraavaksi satoisimmat lajit olivat:

koivunpunikkitatti (Leccinum versipelle) 1,05 kg/ha, punavyöseitikki (C. armillatus) 0,87 kg/ha, kuusenpunikkitatti (L. piceinum) 0,83 kg/ha, kangashapero (Russula decolorans) 0,51 kg/ha, kehnäsieni (Rozites caperata) 0,24 kg/ha, pulkkosieni (Paxillus involutus) 0,22 kg/ha, tummanruskeaseitikki (C. brunneus) 0,17 kg/ha ja isohapero (R. paludosa) 0,17 kg/ha.

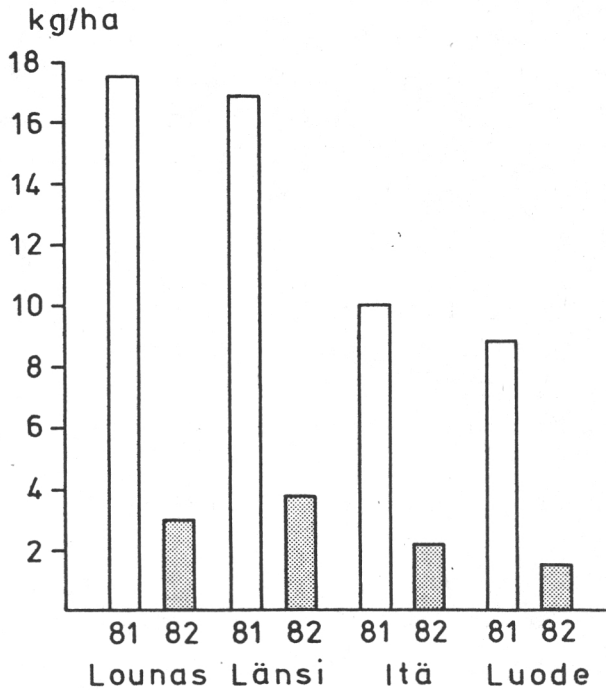
Vuoden 1982 satoisimmat lajit olivat sinijalkalimaseitikka 0,57 kg/ha, pulkkosieni 0,23 kg/ha, tummanruskeaseitikki 0,20 kg/ha, kangashapero 0,11 kg/ha, koivunpunikkitatti 0,09 kg/ha, punavyöseitikki 0,06 kg/ha ja kehnäsieni 0,04 kg/ha.

Vuonna 1981 oli lounaisrinne satoisin ja seuraavana vuonna länsirinne. Kumpanakin kesänä oli luoteen ja pohjoisen välinen ekspositio niukkasatoisin.

Taulukko 1. Vuosien 1981 ja 1982 sienisato rinteiden suunnan ja korkeuden mukaan jaoteltuna, kuivapaino kg/ha.

	Lounas		Länsi		Itä		Luode	
Korkeus	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982
310 - 320 m	6,27	5,47	-	-	12,87	1,08	7,20	3,17
300	13,40	1,86	12,07	2,98	6,64	1,61	12,10	1,28
280	16,44	2,72	20,96	3,50	15,05	3,71	6,10	1,35
260	22,92	4,56	17,08	4,85	8,58	1,40	7,30	2,09
240	-	-	15,56	3,55	3,32	1,07	5,70	1,15

Vuonna 1981 oli lounais- ja länsirinteillä suurimmat sadot 260 ja 280 metrin korkeudella. Seuraavana vuonna suurin sato saatiin lounaisrinteeltä 310 metrin korkeudelta. Länsirinteellä satoisin korkeus oli 260 m. Itärinteellä satoisin korkeus oli molempina vuosina 280 m. Luoteisrinteellä satoisimmat korkeudet olivat v. 1981 300 m ja v. 1982 320 m.



Kuva 2. Vuosien 1981 ja 1982 keskimääräinen sienisato kuusi-  
kossa erisuuntaisilla rinteillä korkeusvälillä 260 -  
300 m kuivapainona, kg/ha.

#### Männikön sienisadot ja -lajisto

Männikön kaikkien 8 koealan keskimääräinen kokonaissato oli v.  
1981 kuivapainona 17,04 kg/ha (vaihteluväli 9,14 - 25,72 kg/ha).  
Mykoritsasienten osuus oli 77 % kokonaissadosta.

Vuoden 1982 keskimääräinen kokonaissato oli kuivapainona 4,01  
kg/ha (vaihteluväli 2,29 - 5,98 kg/ha). Mykoritsasienten osuus  
oli 67 %. Kauppasienten keskimääräinen sato oli v. 1981 kuiva-  
painona 9,92 kg/ha (vaihteluväli 3,43 - 22,58 kg/ha) ja osuus  
kokonaissadosta 58 %. Vuoden 1982 kauppasienisato oli 0,61  
kg/ha (vaihteluväli 0,00 - 1,77 kg/ha kp) ja osuus kokonais-  
sadosta 15 % (kuva 1).



Männikön koealoilta löytyi yhteensä 64 lajia v. 1981 ja 62 lajia v. 1982. Vuoden 1981 selvästi satoisin laji oli kangastatti (Suillus variegatus), kuivapaino 7,31 kg/ha. Seuraavaksi satoisimmat lajit olivat Hydnellum peckii 1,58 kg/ha, kangasrousku (Lactarius rufus) 1,51 kg/ha, männynpunikitatti (Leccinum vulpinum) 1,07 kg/ha, lohisieni (Laccaria bicolor) 0,92 kg/ha, tummanruskeaseitikki (Cortinarius brunneus) 0,19 kg/ha ja isohapero (Russula paludosa) 0,04 kg/ha.

Vuoden 1982 satoisimmat lajit olivat tummanruskeaseitikki 0,76 kg/ha, kangasrousku 0,29 kg/ha, Hydnellum peckii 0,25 kg/ha, kangastatti 0,24 kg/ha, lohisieni 0,19 kg/ha ja männynpunikitatti 0,07 kg/ha. Isohaperoa ei esiintynyt koealoilla.

#### Kuusikon ja männikön sienisatojen vertailua

Männikön keskimääräiset kokonaissienisadot olivat kumpanakin vuonna suuremmat kuin kuusikossa. Kuusikon sienisatojen suurempaan hajontaan eri koealoilla vaikutti varmasti koealojen sijainti eri ekspositioilla ja korkeuksilla. Männikön mikroilmastolliset erot eri koealojen välillä olivat paljon pienemmät. Mykoritsasienten osuus kuusikossa v. 1981 oli 21 % suurempi kuin männikössä. Ero oli v. 1982 lähes yhtä suuri. Tähän vaikuttaa osittain biomassaltaan painavampien lahottajasienten (Hydnellum peckii, Phellodon tomentosus) runsas esiintyminen männikössä. Se taas voi johtua voimakkaammasta hajotustoiminnasta männikön lämpimämmässä ja happipitoisemmassa humuksessa kuin paksusammalkuusikon raakahumuskerroksessa. Molemmilla metsätyypeillä mykoritsasienten suhteellinen osuus laski noin 10 % v. 1982 edelliseen satokauteen verrattuna. Mykoritsasienten osuuden pieneneminen ilmeni mm. biomassaltaan painavien tattien huomattavasti vähäisemmästä esiintymisestä jälkimmäisenä satokautena ja toisaalta biomassaltaan painavampien lahottajasienten (Stropharia hornemannii, Panellus serotinus) voimakkaammasta esiintymisestä v. 1982. Jälkimmäisenä vuonna kuusikon humuksen keskilämpötila oli 2,5°C korkeampi kuin edellisenä vuonna, mikä antaa viitteitä lahottajasienille edullisemmista olosuhteista.

### Sienisatoihin vaikuttavia tekijöitä

Kesä 1981 oli sateinen ja viileä. Sateet alkoivat jo heinäkuun alussa ja siten sienien itiöemiä esiintyi varsin paljon jo heinäelokuun vaihteessa. Sadon huippu ajoittui syyskuun ensimmäiselle viikolle. Syyskuun puolivälissä oli useita hallaöitä. Satokausi oli erittäin runsas.

Kesä 1982 oli vuorostaan hyvin kuiva ja suhteellisen lämmin. Varsinainen satokausi alkoi noin kolme - neljä viikkoa edellis-kesää myöhemmin. Sadon huippu ajoittui syyskuun toiselle viikolle. Lämpimästä syksystä johtuen sieniä voitiin kerätä hyvin pitkälle lokakuulle asti. Tästä huolimatta kokonaissato jäi erittäin huonoksi.

Sademäärä on sienten itiöemien kehitykselle ilmeisesti keskeisin tekijä. Lämpötilan vaikutus on välillisempi. Molempien tekijöiden sopiva yhteisvaikutus on edellytyksenä hyvälle satokaudelle. Parhaimmillaan sateen tulisi jaksottua poutapäivien kanssa niin, että maaperä ei tule liian märäksi ja vähähappiseksi. Satokauden pituuteen vaikuttavat paitsi kesä-heinäkuun sateet myös syyshallojen ja pakkaskauden alun ajoittuminen.

Puun aineenvaihdunnalle kasvukauden lämpöolot ovat puolestaan keskeisin tekijä ja sademäärän vaikutus jää vähäisemmäksi. Edullisena kasvukautena puu pystyy tuottamaan ylimäärän hiilihydraatteja, jotka se voi siirtää juurisienilleen. Runas sateisuus edistää maassa typen mobilisaatiota. Puun talveutuminen taas hidastuu liian runsaasta tuestä. On oletettu, että puu siirtää myös typpiyhdisteiden ylimäärän juurisienien käyttöön, mikä edistää itiöemien tuotantoa ja nopeuttaa puun talveutumista. Monissa lannoituskokeissa on todettu typen sienisatoja lisäävä vaikutus (Ohenoja ja Takkunen 1974, Ohenoja 1978 ja Salo 1981). Tässä tutkimuksessa pulkkosienen (Paxillus involutus) runsas esiintyminen muurahaispesissä antaa viitteitä sen itiöemätuotannon yhteydestä maan parantuneeseen typpitilanteeseen (vrt. Laiho 1970, Ohenoja 1978). Muurahaispesissä ilmenee todennäköisesti runsasta typen mobilisaatiota.

Ekspositio vaikuttaa selvästi sienisatoihin. Länsi- ja lounaisrinteillä itiöemätuotanto oli molempina satokausina huomattavasti korkeampi kuin itä- ja luoteisrinteillä. Eroon voi olla suurimpana syynä rinteiden saama suurempi säteily määrä, mikä vaikuttaa myös humuskerroksen lämpö- ja vesitalouteen. Korkeuden vaikutus sienisatoihin ei ollut kovin selvä. Tosin alarinteiden keskiosat näyttivät olevan satoisimmat. Tämä johtunee lämpö- ja kosteusolojen optimoitumisesta niillä korkeuksilla.

Humuksen happamuudella, johtoluvulla ja ravinteisuudella ei havaittu olevan selvää korrelaatiota kokonaissatoihin alustavassa tarkastelussa. Koivun, männyn ja haavan esiintyminen sekapuuna kuusikossa ei näyttänyt myöskään vaikuttavan ratkaisevasti kokonaissadon määrään. Sen sijaan sienilajistoon puulajisekoituksella oli selvä vaikutus.

#### Kirjallisuus

- HEIKINHEIMO, O. 1962. Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueita 6: Kivalo. Metsäntutkimuslaitos. Helsinki. 24 s.
- LAIHO, O. 1970. Paxillus involutus as a mycorrhizal symbiont of forest trees. Acta For. Fenn. 106:1-72.
- MIKOLA, P. 1953. Mykoritsain merkitys puiden ravinnonotossa. Luonnon Tutkija n:o 1.
- OHENOJA, E. 1978. Mushrooms and mushroom yields in fertilized forests. Ann. Bot. Fenn. 15:38-46.
- " 1980. Sienisatotutkimus vv. 1976 - 1978. EKT-sarja 548:1-42.
- " & POHJOLA, L. 1981. Metsämaan lämpöolojen mittaaminen ruokosokerin inversioon perustuvalla menetelmällä. Silva Fenn. 15(2):115-121.
- " & TAKKUNEN, N. 1974. Alustavia tietoja lannoituksen vaikutuksesta kangasmetsän sienisatoon. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 10:1-25.
- SALO, K. 1981. Metsänparannustoimenpiteiden vaikutus rämeiden sienisatoon. Suo 32(1):1-6.

#### **Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot:**

- N:o 1. Metsänviljelytutkimuksen työryhmän retkeily Pohjois-Suomessa. 1970.
- N:o 2. Rovaniemen tutkimusaseman alustus- ja keskustelupäivillä pidetyt esitelmät. 1971.
- N:o 3. Tiedotustilaisuuden esitykset v. 1972.
- N:o 4. Kullervo Etholén ja Erkki Lähde. "Lapin männyn" kävyn koko. 1972.
- N:o 5. Tiedotustilaisuuden esitykset v. 1973. 1973.
- N:o 6. Tiedotustilaisuuden esitykset v. 1974. 1974.
- N:o 7. Erkki Lähde. Männyn taimistojen kunto ja maan lajitekoostumus. 1974.
- N:o 8. Erkki Lähde ja Tapani Pohjola. Maan käsittelyn vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. 1975.
- N:o 9. Kullervo Etholén. Kulotustekniikkaa. 1975.
- N:o 10. Eljas Pohtila. Alustavia tuloksia taimistonhoitokokeista. 1975.
- N:o 11. Timo Helle. Porojen talvilaitumista havumetsävyöhykkeessä. Olli Saastamoinen. Hakkuutyömaista porojen ravintolähteenä vuoden 1974 kevättalvella. 1975.
- N:o 12. Timo Helle ja Olli Saastamoinen. Porojen laitumet ja lisäruokinta talvella 1974–1975. 1976.
- N:o 13. Teuvo Levula. Urean levitysajankohdasta Pohjois-Suomessa. 1976.
- N:o 14. Kullervo Etholén. Vaahtokäsittelyn käyttömahdollisuudet ja vesakkojen paljasversoruiskutus. 1976.
- N:o 15. Olli Saastamoinen. Näkökohtia Saariselän puuntuotannollisesta merkityksestä. 1976.
- N:o 16. Olli Saastamoinen. Havaintoja marjastuksen ja sienestyksen taloudesta. 1978.
- N:o 17. Jyrki Raulo ja Erkki Lähde. Rauduskoivun suojakylvö Lapissa. 1979.
- N:o 18. Teuvo Levula ja Risto Heikkilä. Maankäsittelyn vaikutus männyntaimien alkukehitykseen Lapissa. 1979.
- N:o 19. Mikko Hyppönen. Harvennuksen voimakkuuden vaikutus kasvatuksen liiketaloudelliseen edullisyyteen peräpohjolisessa männikössä. 1979.
- N:o 20. Leevi Lohi, Erkki Lähde ja Pentti Roiko-Jokela. Pintakasvillisuuden, maan ja puuston välisistä suhteista Ounasvaaralla. 1979.
- N:o 21. Olli Saastamoinen (toim.). Soiden marjatalous. 1979.
- N:o 22. Erkki Lähde ja Tapani Vartiainen. Männyn hajakylvökoe helikopterilla. 1980.

#### **Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjassa julkaistu seuraavat tiedonannot:**

- N:o 6. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1981.
- N:o 35. Päivi Hänninen. Sammalen kemiallinen torjunta taimitarhalla. 1982.
- N:o 58. Pohjois-Lapin metsät. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1982.
- N:o 65. Yrjö Norokorpi ja Pentti Sepponen (toim.). Kilpisjärven alueen maankäytön yleissuunnitelma. 1982.
- N:o 71. Päivi Hänninen. Alustavia päätelmiä kivivillan käytöstä männyntaimien kasvualustana muovihuoneessa. 1982.
- N:o 77. Pohjois-Lapin metsien uudistaminen. 1982.
- N:o 95. Jarmo Nieminen. Varttuneet kontortametsiköt Kivalon kokeilualueella. 1983.



